เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 55 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The Proceedinds of

55th KU ANNUAL CONFERENCE

Knowledge of the Land : Moving forward to Thailand 4.0

ศาสตร์แห่งแผ่นดินสู่ประเทศไทย

AGRICULTURAL SCIENCES

สาขาพืช
Plants
สาขาสัตว์
Animals
สาขาสัตวแพทยศาสตร์
Veterinary Medicine
สาขาประมง
Fisheries
สาขาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์
Agricultural Extension and Home Economics

เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 55 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The Proceedings of 55th Kasetsart University Annual Conference

เล่มที่ 1

สาขาพืช (Subject: Plants)

สาขาสัตว์ (Subject: Animals)

สาขาสัตวแพทยศาสตร์ (Subject: Veterinary Medicine)

สาขาประมง (Subject: Fisheries)

และ สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

(Subject: Agricultural Extension and Home Economics)

จัดโดย (Organized by)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)

ร่วมกับ (in cooperation with)

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (Office of the Higher Education Commission)

กระทรวงศึกษาธิการ (Ministry of Education)

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (Ministry of Agriculture and Cooperatives)

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Ministry of Science and Technology)

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

(Ministry of Natural Resource and Environment)

กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (Ministry of Digital Economy and Society)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (National Research Council of Thailand)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund)

31 มกราคม - 3 กุมภาพันธ์ 2560 (January 31 – February 3, 2017)

ISBN (e-book) 978-616-278-367-8

คำนำ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย ได้จัดให้มีการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 55 ระหว่างวันที่ 31 มกราคม - 3 กุมภาพันธ์ 2560 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาคุณภาพของงานวิจัย และเผยแพร่ความรู้ความก้าวหน้าทางด้านวิชาการและเทคโนโลยี ตลอดจนเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้และระดมความคิดเห็นระหว่างนักวิชาการ อันจะนำไปสู่แนวทางการสร้างผลงานวิจัยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศชาติต่อไป

เอกสารฉบับนี้รวบรวมเรื่องเต็มผลงานวิจัยภาษาไทยและภาษาอังกฤษทั้งภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์ของ **สาขาพืช 39 เรื่อง สาขาสัตว์ 13 เรื่อง สาขาสัตวแพทยศาสตร์ 13 เรื่อง สาขาประมง 47 เรื่อง และสาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ 12 เรื่อง** ซึ่งได้ผ่านการคัดเลือกจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขา และนำเสนอในการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 55

ในนามของคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 55 ขอขอบคุณนักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ที่ได้นำผลงานมาเสนอ และผู้ที่สนใจเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการทุกฝ่ายที่สละเวลา แรงกาย แรงใจและความคิด ร่วมมือกันจัดเตรียมการประชุม จนทำให้การประชุมทางวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



(รองศาสตราจารย์ ดร.ลดาวัลย์ พวงจิตร)
รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
ประธานคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 55

ความสมบูรณ์ของการเสนอผลงาน ในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 55 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประกอบด้วย หนังสือรับรองการมาเสนอผลงาน และการได้ตีพิมพ์ลงในเอกสารเรื่องเต็ม

เอกสารทางวิชาการ 5/2560

ฝ่ายบริการการศึกษา สำนักทะเบียนและประมวลผล
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โทร. 0-2118-0145 โทรสาร 0-2118-0145
E-mail: annualconference@ku.ac.th

สารบัญ

สาขาพืช (Subject: Plants)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

1. พช.6/O34 ปัจจัยทางดินที่ส่งผลต่อปริมาณและการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนน้ำพาบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย..... 1
Soil Factors Influencing Content and Distribution of Organic Carbon in Alluvial Soils, Central Plain of Thailand
โดย อภิรักษ์ จงเหลืองสอาด วิทยา จินดาหลวง และทิมทอง ดรุณสนธยา

2. พช.17/O84 ชนิดและความเข้มข้นของโลหะหนักในดินบริเวณริมถนนของประเทศไทย..... 9
Types and Concentration of Heavy Metals in Roadside Soils of Thailand
โดย ณัฐนันท์ ไกรเลิศรัตนชัย ดาวจรัส เกตุโรจน์ และวรชาติ วิศวพิพัฒน์

3. พช.30/O123 การตกค้างของสารไดยูรอนในดินที่ใช้ปลูกสับปะรด..... 17
Diuron Residue in Soils under Pineapple Cultivation
โดย พงศกร ตันตะราวงศา และดาวจรัส เกตุโรจน์

4. พช.39/O165 ผลของช่วงเวลาในการปลูกข้าวต่อพัฒนาการของข้าวขาวดอกมะลิ105 ในการปลูกข้าวนาโยนอินทรีย์ในพื้นที่นาน้ำฝน..... 25
Influence of Transplantation Time on KDML105 Rice Development of Organic Rice Parachute Transplantation in Rainfed Area
โดย ธีรวุฒิ ลาภตระกูล สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล ทรงพล คูณศรีสุข และแสงชัย เอกประทุมชัย

5. พช.43/O201 ผลของหินปูนบดและเบนทอไนต์ต่อสมบัติดินและผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกบนชุดดินยโสธร..... 33
Effect of Ground Limestone and Bentonite on Soil Properties and Yield of Cassava Grown in Yasothon Soil Series
โดย พรรษา มะยมรัฐ ศุภิฌา ธนะจิตต์ และสมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม

6. พช.44/O202 Effect of Soil Arsenic Concentration on Growth and Arsenic Concentration in 'Hawm Klong Luang 1' Rice Seedling……..... 41
By Kim Sok Heng Te Khwunta Khawmee and Jumpen Onthong

7. พช.48/O227 แนวทางการพัฒนา *Bacillus thuringiensis* JC590 ในรูปแบบผงแห้งและประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก, *Spodoptera litura* (F.)…….…. 49
Developmental Approach of *Bacillus thuringiensis* JC590 Dry Formulation and Efficiency for Controlling Common Cutworm, *Spodoptera litura* (F.)
โดย รัตนาภรณ์ ช้างอยู่ จริยา จันทร์ไพแสง และประกาย ราชณุวงษ์

8. พช.49/O229 การคัดเลือกจีโนมของมะเขือเทศโดยวิธีปกติและการถ่วงน้ำหนักของลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้……..……... 57
Genomic Selection of Total Soluble Solids in Tomato Using Non-Shrinkage and Shrinkage Estimation Methods
โดย ภาสกร ฟุ้งฟู Mathilde Causse Christopher Sauvage และเจนจิรา ดวงจิต

9. พช.55/O247 การประเมินสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในพื้นที่อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์…..... 65
Evaluation of Local Rice Lines in Na Ku District of Kalasin Province
โดย นเรศศักดิ์ เชื้อคนแข็ง นิภาภรณ์ สีทาพุฒ ธนพร ขจรผล และชลธิรา แสงศิริ

10. พช.56/O248 การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไร่โดยอาศัยลักษณะสัณฐานวิทยา…… 72
Genetic Diversity Evaluation of Upland Rice Based on Morphological Traits
โดย นเรศศักดิ์ เชื้อคนแข็ง นิภาภรณ์ สีฑาพุฒ ธนพร ขจรผล และชลธิรา แสงศิริ

11. พช.59/O242 ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ปลูกในดินนาชุดดินพัทลุง..... 80
Effects of Using Chemical Fertilizer Based on Soil Analysis with Organic Fertilizer on Yield and Yield Components of Sangyodphatthalung rice Grown in Paddy Soil of Phatthalung Soil Series
โดย สมพร ดำยศ เปรมฤดี ดำยศ และเมฆา ชาติกุล

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. พช.2/P19 Identification of Root-Knot Nematodes on Turfs in a Golf Course..... 89
By Pitchaporn Pruengpradit Buncha Chinnasri and Anongnuch Sasnarukkit
2. พช.3/P21 การเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานและสรีรวิทยาของใบกาแฟโรบัสต้าในสภาพกลางแจ้งและพรางแสง..... 97
Changes in Morpho-Physiological Characteristics of Robusta Coffee Leaves under Full Sun and Shaded Conditions
โดย พงศกร สุธีกาญจโนทัย และระวี เจียรวิภา
3. พช.4/P22 การประเมินค่าคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ในพืชอาหารสัตว์โดยใช้ SPAD-502Plus และ Greenseeker™..... 104
Assessment of Chlorophyll and Carotenoid Contents in Forage Crops by Using SPAD-502Plus and Greenseeker™
โดย พรเทพ ธีระวัฒนพงศ์ และระวี เจียรวิภา
4. พช.7/P40 Anatomical Characteristics of a Mangrove Species, *Bruguiera cylindrica* (L.) Blume (Rhizophoraceae)..... 111
By Suwannawoot Pornpromsirikul Prasart Kermanee and Vipak Jintana
5. พช.10/P68 ผลของรังสีแกมมาต่อความงอกของเมล็ด ความรอดชีวิตของต้นกล้าและความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้ในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ CH1..... 119
Effect of Gamma Rays on Seed Germination, Survival of Seedling and Pollen Sterility in Chainat 1 and CH1 Rice
โดย ธนพร ฮัมดาหลี ประภา ศรีพิจิตต์ และธานี ศรีวงศ์ชัย

6. พช.11/P69 การใช้จมูกอิเล็กทรอนิกส์ประเมินความหอมในข้าว..... 126
Assessment of Aromatic Rice by Using Electronic Nose
โดย นฤพนธ์ น้อยประสาร ธานี ศรีวงศ์ชัย
และประภา ศรีพิจิตต์
7. พช.13/P70 การแสดงออกของยีน *BADH* ในอ้อยป่าและอ้อยการค้าภายใต้
สภาพเลียนแบบดินเค็มโซดิก..... 133
Expression of *BADH* Gene in Wild and Commercial Sugarcane
under Mimic Saline Sodic Soil
โดย ชนากานต์ ลักษณะ และสนธิชัย จันทร์เปรม
8. พช.14/P72 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า
ในระยะเพิ่มผลผลิตที่ปลูกในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัด.....141
Growth and Yield Comparison During Yield Increasing Stage
of Commercial Oil Palm Varieties Grown in Acid Sulphate Soil Area
โดย ธนพงษ์ ยอดยิ่งยง เยาวมาลย์ เขียวสอาด
ธานี ศรีวงศ์ชัย เอ็จ สโรบล และเฉลิมพล ภูมิไชย์
9. พช.15/P73 Spore Morphology in Some Seedless Plants..... 150
By Watanyoo Klinneam Ekaphan Kraichak
and Prasart Kermanee
10. พช.16/P74 ศักยภาพการเจริญเติบโตของพันธุ์อินทผลัมในระยะต้นกล้า..... 158
Growth Potential of Date Palm Varieties in Young Stage
โดย สมทบ เวทโอสถ อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์
อามีเนาะ สาและ และสีตีอาอีเสาะ ดือเระ
11. พช.20/P76 ศักยภาพของราก่อโรคแมลง *Beauveria bassiana* และ
รา *Metarhizium anisopliae* ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม
Meloidogyne incognita..... 165
Potential of Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* and
Metarhizium anisopliae on Controlling Root-knot Nematodes,
Meloidogyne incognita
โดย อาภรณ์ ปั้นทองคำ อนงค์นุช สาสนรักกิจ
และอรอุมา เพียซ้าย

12. พช.21/P77 อิทธิพลของพันธุ์/สายพันธุ์กระถินยักษ์ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแทนนินสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง..... 172
Effect of Lines/Varieties of Giant Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) on Growth, Herbage Yield and Tannin Content for Ruminant Feed
โดย กิตติธัช ทัพวงศ์ ธเนศ สุวดิษฐ ทรงยศ โชติชุติมา และสายัณห์ ทัดศรี

13. พช.23/P88 ความแปรปรวนของระดับการเข้าทำลายของปลวกใต้ดินในไม้ใช้สอยท้องถิ่นชนิดต่างๆ..... 181
Variability in Infestation Levels of Subterranean Termites on Various Local Usable Woods
โดย จันทร์เพ็ญ ศรีณรงค์ สุขสวัสดิ์ พลพินิจ และวิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล

14. พช.25/P90 ศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนใน 3 ฤดูปลูก.....189
Yield Potential of Field Corn Hybrids Grown under Conventional and Minimum Tillage Method in 3 Seasons
โดย ชลลดา ทรงนิรันดร สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ เอ็จ สโรบล จุฑามาศ ร่มแก้ว สดใส ช่างสลัก และสุรพล เช้าฉ้อง

15. พช.26/P91 การวิเคราะห์ความเหมือนทางพันธุกรรมระหว่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอแบบเอสเอสอาร์..... 197
Genetic Similarity Analysis between KDML105 and RD15 Rice Varieties Using SSR Marker
โดย ชญานิศวร์ นนท์ศิริ ธานี ศรีวงศ์ชัย และศรีเมฆ ชาวโพงพาง

16. พช.27/P92 ความทนทานของอนุภาคไวรัส เอ็นพีวี ต่อแสงยูวีด้วยเทคนิค Starch-encapsulation..... 205
Persistence of Nucleopolyhedrovirus for Sunlight Ultraviolet through Starch-encapsulation Techniques
โดย สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี ภัทรพร สรรพนุเคราะห์ และสิทธิศิโรดม แก้วสวัสดิ์

17. พช.32/P98 การคัดเลือกสายพันธุ์งาให้มีลักษณะฝักต้านทานการแตกโดยการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ C plus 1 และสายพันธุ์ KUAOX25 ร่วมกับการคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ..... 213
Selection of Sesame Varieties for Shatter Resistance by Crossing between C plus 1 and KUAOX25 with Pedigree Selection
โดย ผกาเกศ สมแสง เยาวมาลย์ เขียวสอาด ธนพงษ์ ยอดยิ่งยง วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร และเฉลิมพล ภูมิไชย์

18. พช.33/P100 การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมก่อนการค้าในแปลงเกษตรกรจังหวัดสระแก้วและลพบุรี..... 219
On-Farm Trials for Pre-commercial Field Corn Hybrids in Sa Kaeo and Lopburi Provinces
โดย สดใส ช่างสลัก สำราญ ศรีชมพร ชฎามาศ จิตต์เลขา ปวีณา ทองเหลือง วราภรณ์ บุญเกิด สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ นรุณ วรามิตร กิตติศักดิ์ ศรีชมพร และสมชัย ลิ่มอรุณ

19. พช.35/P102 ศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมที่ปลูกภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนในสภาพหลังนาจังหวัดพิษณุโลก..... 227
Yield Potential of Field Corn Hybrids Grown under Conventional and Minimum Tillage Methods after Rice in Phitsanulok Province
โดย กฤษติยา บัวทอง จุฑามาศ ร่มแก้ว สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ และเอ็จ สโรบล

20. พช.36/P110 Anatomical Character of a Mangrove Species *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. (ACANTHACEAE)..... 235
By Mookrawee Sasomsaptawee Prasart Kermanee and Vipak Jintana

21. พช.38/P112 การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ก่อนการค้า 4 สายพันธุ์.....242
Evaluation of Seed Yield and Other Agronomic Traits of Four Pre-commercial Waxy Corn Inbred Lines
โดย ประเสริฐ ถาหล้า ชฎามาศ จิตต์เลขา เสาวนีย์ ฝัดศิริ โชคชัย เอกทัศนาวรรณ และธำรงศิลป โพธิสูง

22. พช.40/P125 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณวิตามินอี (โทโคไตรอินอล และ โทโคฟีรอล) และแกมมาออริซานอลระหว่างการเก็บรักษาข้าวเปลือกและข้าวกล้องของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกที่ต่างกัน..... 250
Changes of Vitamin E (tocotrienol and tocopherol) and γ-oryzanol Contents during Storage of Rough Rice and Brown Rice (*Oryza sativa* L.) cv. Kao Dawk Mali 105 Grown from Different Locations
โดย พรเทพ สีวันนา วันชัย จันทร์ประเสริฐ และภคินี อัครเวสสะพงศ์

23. พช.42/P140 การควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืชและจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในสภาพเรือนทดลอง.....258
Management of Fusarium Wilt with Fungicides and Biological Agent under Greenhouse Condition
โดย วราภรณ์ บุญเกิด จีรนันท์ แหยมสูงเนิน และนัฐธิภรณ์ เดชบุรัมย์

24. พช.46/P158 การประเมินผลผลิตเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่เตตระพลอยด์ (4x) ในประเทศไทย..... 266
Evaluation of Seed Yield of Tetraploid Ruzi Grass (4x) in Thailand
โดย ภคนันท์ เจียมแท้ จิตราพร แก้วสำโรง ทรงยศ โชติชุติมา และสายัณห์ ทัดศรี

25. พช.53/P171 การเกิดสารสีน้ำตาลของกล้วยบางสายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ..... 274
Browning Effect on Shoot Tip Culture of *Musa* spp. in Aseptic Condition
โดย กตัญญู หทัยเดชะดุษฎี อารยา อาจเจริญ เทียนหอม เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์ และเจนจิรา ชุมภูคำ

26. พช.54/P172 การศึกษาความหลากหลายของแมลงในแปลงอ้อยจังหวัดกำแพงเพชร.....280
Insect Diversity in Sugarcane Fields in Kamphaeng Phet Province
โดย ณัฐภูมิ รัตนพันธุ์ สุขสวัสดิ์ พลพินิจ สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ และประกาย ราชณุวงษ์

27. พช.57/P176 ผักพื้นบ้านรสเปรี้ยวในการเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ.....288
Indigenous Vegetables with Sour Taste as Valuable Sources
of Bioactive Compounds
โดย ศิริพรรณ สุขขัง สมนึก พรมแดง
และสายน้ำอ้อย สว่างเมฆ
28. พช.58/P180 Root Anatomy of *Rhizophora apiculata* Blume…….. 296
By Ajaree Thonglim Vipak Jintana
and Prasart Kermanee

สาขาสัตว์ (Subject: Animals)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

1. สต.4/O81 ผลของพรีไบโอติกส์ในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิต ดัชนีชี้วัดความเครียดและระดับภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนโรคนิวคาสเซิล…… 307
The Effect of Prebiotics in Broiler Diets on Growth Performance,Stress Index and Newcastle Disease Antibody titers
โดย ชยาทิตย์ กฤตโยภาส ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์
เชาว์วิทย์ ระฆังทอง ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ
และวิริยา ลุ้งใหญ่
2. สต.5/O82 การปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรสเพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบในสัตว์เคี้ยวเอื้อง…….. 313
Improving Rice Straw Quality by Treated with Monosodium Glutamate by-product for use as Roughage Source in Ruminant Diets
โดย สิทธิศักดิ์ คงสินธุ์ สมเกียรติ ประสานพานิช
และพงศ์ธร คงมั่น
3. สต.6/O86 ผลของกากมันสำปะหลังผสมน้ำกากผงชูรส (CPMSG) เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้นในแพะ…….. 320
Effect of Cassava Pulp Mixed Monosodium Glutamate by-product (CPMSG) as Protein Source in Goat Concentratesdiet
โดย พุทธินันท์ รักบุญ สมเกียรติ ประสานพานิช
และพงศ์ธร คงมั่น

4. สต.9/O170 ผลของการใช้น้ำมันปาล์มและถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันในอาหารผสมครบส่วนที่มีต้นข้าวโพดหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อจลนศาสตร์การผลิตแก๊สและความสามารถในการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการ..... 327

Effects of Palm Oil and Full Fat Soybean as a Lipid Source Containing either Corn or Napier Grass Silage as a Roughage Source in Total Mixed Ration on Kinetic Gas Production and Diet Digestibility in *In Vitro*

โดย อัญชลี คงประดิษฐ์ เลอชาติ บุญเอก ศิริรัตน์ บัวผัน ภูมพงศ์ บุญแสน และสุริยะ สะวานนท์

5. สต.10/O184 ผลของการเสริมกระถินสดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบในกระบือปลัก..... 335

Effects of Fresh Leucaena Supplementation with Pakchong-1 Napier Grass as Roughage Source in Swamp Buffalo

โดย สุลิตา แพรอัตร์ พงศ์ธร คงมั่น ทรงยศ โชติชุติมา สุวิช บุญโปร่ง และสมเกียรติ ประสานพานิช

6. สต.11/O199 ผลของอาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีน ต่อสมรรถนะภาพการผลิตและการแสดงออกของยีน *avUCP* ในกล้ามเนื้ออกของไก่เบตง (สายเคยู)..... 343

Effect of Low Protein Dietssupplemented with Methionineon Growth Performanceand*avUCP* Gene Expression in the breast muscle of Betong Chicken (KU line)

โดย สมฤทัย เลิศพิมลพันธ์ ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์ พรรณวดี โสพรรณรัตน์ เชาว์วิทย์ ระฆังทอง จิราภรณ์ มารยาท และวิริยา ลุ้งใหญ่

7. สต.12/O220 อิทธิพลของโครโมโซม Z ต่อค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่เบตง สายเคยู.....351

Effect of Z Chromosome on Genetic Parameters of Egg Production Traits in Betong Chicken (KU Line)

โดย กนก เชาวภาษี ศรเทพ ธัมวาสร วิริยา ลุ้งใหญ่ และพรรณวดี โสพรรณรัตน์

8. สต.14/O234 การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะขนาดร่างกาย บางลักษณะที่อายุ 4 สัปดาห์ในไก่เบตง (สายเคยู)..... 359
Estimations of Genetic Parameters for Some Body Measurement Traits at 4 Weeks of Age in Betong Chicken (KU Line)
โดย กฤษณา อ่อนทอง พรรณวดี โสพรรณรัตน์ ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์ และสมบัติ ประสงค์สุข

9. สต.15/O246 การวิเคราะห์หลายลักษณะของลักษณะซากบางลักษณะในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์.....366
Multiple Trait Analysis for Some Carcass Traits in Crossbred Beef Cattle among Thai Native, Brahman and Charolais
โดย โญติกา สมถวิล พรรณวดี โสพรรณรัตน์ อัจฉรา ขยัน และสุรชัย เปี่ยมคล้า

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. สต.2/P42 ผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่ไทยละโว้..377
Effects of Yeast Fermented Cassava Pulp on Productive Performance in Thai Lavo Chicken
โดย ธัญหทัย สุขสมพืช มณฑิชา พุทซาคำ และวรินธร มณีรัตน์

2. สต.3/P44 ผลการใช้มันสำปะหลังบดร่วมกับใบมันสำปะหลังแห้งในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่และคุณภาพไข่.....385
The Effects of Cassava Meal and Dried Cassava Leaf in Layer Diet on Laying Performance and Egg Quality
โดย พีรพงศ์ พุ่มประดับ ยุวเรศ เรืองพานิช และเสกสม อาตมางกูร

3. สต.7/P117 ผลของอาหารที่มีส่วนผสมของ Inulin และ Mannanoligosaccharides (MOS) ต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*).....392
The Effect of Dietary Supplementation with Inulin and Mannanoligosaccharides (MOS) on Growth Performancein Red Tilapia (*Oreochromis niloticus* x*O. mossambicus*)
โดย ณรงค์ฤทธ์ ดีสุด พัฒนี จันทรโรทัย
สนธิพันธุ์ ผาสุกดี และไพรัตน์ กอสุธารักษ์
4. สต.8/P118 ผลของระดับกากมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารรวม ต่อการย่อยได้ของโภชนะในระบบหลอดทดลอง.....400
Effect of Fermented Cassava Pulp Level in Total Mixed Ration (TMR) Diet on Nutrient Digestibility on *in vitro* Technique
โดย วาสนา ศิริแสน มนกานต์ อินทรกำแหง
สุภาวดี ปิระเต และวิโรจน์ ภัทรจินดา

สาขาสัตวแพทยศาสตร์ (Subject: Veterinary Medicine)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

1. สพ.3/O13 การศึกษาผลของวัคซีนไบโอฟิล์ม *Streptococcus agalactiae* ในปลานิล...409
Study on Affected of *Streptococcus agalactiae* Biofilm Vaccine in Nile Tilapia
โดย องอาจ เลาหวินิจ และณรงค์ อาบกิ่ง
2. สพ.5/O71 Molecular Detection of *Giardia duodenalis* from Stray Dogs Residing in Monasteries of Bangkok, Thailand..... 417
By Nwaioo Khine Nongnuch Pinyopanuwat
Wissanuwat Chimnoi Chanya Kengradomkij
Tawin Inpankaew and Sathaporn Jittapalapong
3. สพ.6/O73 Expression of T7 RNA Polymerase (T7 RNAP) in *Escherichia coli*.....425
By Thanawat Chaisirirat Challika Kaewborisuth
Nantawan Petcharat and Porntippa Lekcharoensuk

4. สพ.7/O83 การปนเปื้อนของเชื้อสเตรปโตคอคคัส ซูอิสในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกร ในภาคกลางของประเทศไทย..... 433
Contamination of *Streptococcus suis* in Pork and Offal in Central Region of Thailand
โดย นุชจรี บุญยงค์ ดวงดาว ขันบุตรศรี และณัฐกานต์ มีขนอน

5. สพ.8/O95 Prevalence of soil-transmitted and gastro-intestinal Parasites of Dogsin Bangkhen Areas of Kasetsart University..... 440
By Tanadon Kijsumritroj Witchuta Eiamsuk Sarita Jeedepram Panittha Rattanasriampaipong Sasilak Ruangaram Nongnuch Pinyopanuwat Sirichai Wongnarkpet Chaithep Poolkhet and Sathaporn Jittapalapong

6. สพ.9/O96 Prevalence of External Parasites of Stray Cats and Dogs Residing in Monasteries of Bangkok Metropolitan Areas, Thailand..... 447
By Wissanuwat Chimnoi Nongnuch Pinyopanuwat Chanya Kengradomkij Tawin Inpankaew Phatcharatorn Sinking Sinsamut Saengow Sarawut Yangtara Duangkhamol Suraruangchai and Sathaporn Jittapalapong

7. สพ.14/O200 Seroprevalence of *Trichinella spp.* Infections of Domestic Pigs in Southern Lao PDR..... 455
By Thipphakone Lacksivy Fred Unger Stephane Herder Aurelie Binot Vannaphone Putthana and Sathaporn Jittapalapong

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. สพ1./P184 การศึกษาเบื้องต้นของความชุกต่อเชื้อ *Encephalitozoon cuniculi* จากซีรัมกระต่ายเนื้อ..... 465

Preliminary Study on *Encephalitozoon cuniculi* Seroprevalence from Meat Rabbits

โดย อรรถวิทย์ โกวิทวที สิริลักษณ์ จาละ ดุษฎี แก้ววงษ์วาลย์ ปรีดา เลิศวัชระสารกุล และพรชัย สัญฐิติเสรี

2. สพ.2/P1 ความสัมพันธ์ของระดับ citric acid และ fructose ใน seminal plasma กับการเคลื่อนที่ของอสุจิในช้างเอเชีย.....472

Correlations of Seminal Plasma Citric Acid and Fructose with Sperm Motility in Asian Elephant

โดย อนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์ สุดธิษา เหล่าเปี่ยม สิทธิเดช มหาสาวังกุล วิทย์ เลิศแสง สุธี รัตนภิรมย์ กาวิล นันท์กลาง กรไชย กรแก้วรัตน์ และเสรี กุญแจนาค

3. สพ.4/P16 Quality Control Materials from Preserved Dog Blood for Routine Analysis by Automated Cell Analyzer.....479

By Pornphimon Metheenukul Thitichai Jarudecha Nitchanun Sinsongsaeng Sakulchit Wichianchot and Nut Pusuntisumpun

4. สพ.10/ P185 กรณีศึกษา: ผลการใช้น้ำเชื้อแยกเพศในฟาร์มโคนมขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง.....487

Case Study: Outcome of Utilizing Sexed Semen in a Large-scale Dairy Farm in Thailand

โดย อนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์ ก้องเกียรติ ศรีสุวรรณ เมธาพร หล้าศรี ชัยณรงค์ ดวงขันคำ เจตเมธี สมัยกลาง มัลลิกา วังสการ พนมพร สิงห์สถิตย์ ณัฐพล เมืองทอง เสรี กุญแจนาค กรไชย กรแก้วรัตน์ และเจษฎา จิวากานนท์

5. สพ.11/P186 Contamination at Risk of Lead and Cadmium in Duck Meats from Free-Grazing and Large Scale Duck Farms in Nakhon Pathom Province, Thailand..... 494

By Paweena Aendo Ramnaree Netvichian Suwanna Tipayarak Sutha Khaodhia Thaweesak Songserm and Phitsanu Tulayakul

6 สพ.13/P142 การศึกษาย้อนหลังเนื้องอกในสุนัขที่มารักษาที่โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2547 – มิถุนายน พ.ศ.2559.....502

A retrospective Study of Dog Tumors in Veterinary Teaching Hospital, Kasetsart University Bangkhen during January 2004 – June 2016

โดย สุธาสินี บุญยินดี ลลิตา สุวรรธนะ สุณี คุณากรสวัสดิ์ สิริภัทรา เนตรมัย เดชกัลยา นิธิดา บุญวิทยา และวรรณภา สุนา

สาขาประมง (Subject: Fisheries)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

1. ปม.4/O22 การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง... 513

Spatial and Temporal Variations on Water Quality at the Lower Mun River

โดย อรวรรณ เวชไชโย ณรงค์ วีระไวทยะ ไพลิน จิตรชุ่ม และบุญส่ง ศรีเจริญธรรม

2. ปม.5/O28 ผลของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินต่อการลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่ากึ่งบริสุทธิ์.....524

Effect of β-cyclodextrin on Cholesterol Removal in Semi-refined Tuna Oil

โดย เบญจพร ตั้งวิชัย จีรภา หินซุย จุฑา มุกดาสนิท และวันชัย วรวัฒนเมธีกุล

3. ปม.6/O54 การศึกษาเบื้องต้นความชุกชุมและการแพร่กระจายของปลาในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี..... 534
Preliminary Study on Fish Abundance and Distribution in Seagrass Beds around Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province
โดย รัฐธีร์ ธนฐิติวราพงษ์ วรุฒ คงสงด้วง
นภาขวัญ แหวนเพชร และจิตติมา อายุตตะกะ
4. ปม.10/O63 ผลของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่มีต่อคุณภาพทางเคมี และกายภาพของไส้กรอกปลาอิมัลชัน..... 542
Effect of Pre-emulsified Oil on Physico-chemical Properties in Fish Emulsion Sausage
โดย สมฤทัย สุจริตธรรม อัญชลี อุษณาสุวรรณกุล
จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร และจีรวรรณ มณีโรจน์
5. ปม.11/O66 การศึกษาเทคนิควิธีการเก็บตัวอย่างเชิงคุณภาพของไดอะตอมพื้นทะเลในแหล่งทำการประมงหอยลาย อำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด..... 550
Qualitative Sampling Techniques of Benthic Diatoms in Short-necked Clam (*Paphia undulata*) Fishing area, Laem Ngop District, Trat Province
โดย ภรณ์วิมล สามปรุ ณัฏฐณิชา ศรีแก้วดี
นภาขวัญ แหวนเพชร และจิตติมา อายุตตะกะ
6. ปม.18/O104 การตกตะกอนและคุณสมบัติดินตะกอนหลังจากการติดตั้งแนวชะลอคลื่นแบบเลียนแบบธรรมชาติในพื้นที่อำเภอบางปู จังหวัดสมุทรปราการ..... 558
Sedimentation and Sediment Quality after the Installation of Natural - Imitated Breakwater at Bangpoo District, Samutprakan Province
โดย ปภัชญา ศรีชาติ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์
ณิศรา ถาวรโสตร์ และจารุมาศ เมฆสัมพันธ์
7. ปม.19/O116 ความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการัง กับสถานภาพของแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี..... 567
The Relationships between Coral Reef Fish and the Status of Coral Reefs at Samaesarn Islands, Chon Buri Province.
โดย อศลย์ มีนาภา นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร ธิดารัตน์ น้อยรักษา
และวิภูษิต มัณฑะจิตร

8. ปม.20/O118 การให้อากาศและโมลาสเพื่อควบคุมปริมาณแอมโมเนียสำหรับการเลี้ยงปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus X Clarias gariepinus*) ในระบบปิด.....575
Using of Aeration and Molasses Supplement in order to Control Level of Ammonia in the Closed Culture System of Hybrid Catfish (*Clarias macrocephalus X Clarias gariepinus*)
โดย อรรณพ ขุนทองน้อย พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล ยนต์ มุสิก และเรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์
9. ปม.22/O119 The Assessment of Maximum Sustainable Yield (MSY) and Optimal Fishing Effort in Thai Waters 2014..... 584
By Praulai Nootmorn Amnoy Kongprom Piyachok Sinanun and Nipa Kulanujaree
10. ปม.26/O135 การปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.....591
Heavy Metals Contamination in Water in the Tha Chin Estuary, Samut Sakhon Province
โดย ธัญชนก จินดาศรี เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ ณิศรา ถาวรโสตร์ อรอิงค์ เวชสิทธิ์ และพฤหัส จันทร์นวล
11. ปม.28/O139 การเกิดจุดดำและการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ที่แช่ในสารสกัดจากส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอม..... 600
Black Spot Formation and Sensory Changes of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Treated with Black Mushroom Trimming Extract
โดย ประภัสสร แสนธิ จีรวรรณ มณีโรจน์ และเปรมวดี เทพวงศ์
12. ปม.29/O146 สถานภาพของหอยมือเสือในแนวปะการังหมู่เกาะสัตหีบ จังหวัดชลบุรี.....609
Status of Giant Clams in the Coral Reefs at Sattahip Islands, Chonburi Province
โดย กิติธร สรรพานิช ธีระพงศ์ ด้วงดี และอัญชลี จันทร์คง

13. ปม.30/O168 Innate and Adaptive Immunity Response of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.) to Dietary Supplementation of Vitamin C and β -glucan..... 617

By Yongsun Lee Prapansak Srisapoome Sasimanas Unajak Korntip Kannika and Nontawith Areechon

14. ปม.31/O169 ผลการจับสัตว์น้ำของลอบปลาจากสองแหล่งประมงที่แตกต่างกันบริเวณชายฝั่งจังหวัดระยอง.....628

The Catch of Fish Trap from Two Different Fishing Grounds around the Coastal Area of Rayong Province

โดย คุณัชญ์ สุทธิพงศ์เกียรติ์ อนุกรณ์ บุตรสันติ์ และเมธี แก้วเนิน

15. ปม.35/O178 ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากพืชพื้นบ้านภาคเหนือของประเทศไทยต่อเชื้อ *Streptococcus agalactiae* ที่ก่อโรคในปลานิล..... 636

Antibacterial Activity of Crude Extracts from Northern Thai local Plant against *Streptococcus agalactiae* in Nile tilapia

โดย กานดา คลาดกองทุกข์ อภิชาติ ศรีภัย กรวรรณ ศรีงาม และมินตรา ศีลอุดม

16. ปม.37/O181 การใช้ Adjuvant เพื่อเสริมประสิทธิภาพวัคซีนของเชื้อ *Streptococcus agalactiae* ในปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.).....644

Efficiency of Adjuvant in Vaccine against *Streptococcus agalactiae* Infection in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.)

โดย ศุภวรรณ เทพรินทร์ กรทิพย์ กันนิการ์ ประพันธ์ศักดิ์ ศรีษะภูมิ ศศิมนัส อุณจักร และนนทวิทย์ อารีย์ชน

17. ปม.38/O196 การเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของปลาที่พบบริเวณเรือมัตโพน ภายหลังการจัดวางปะการังเทียม..... 655

Variation of the Number of Fish Species around Mattaphon Wreck after Deployed Artificial Reef

โดย รังสิวุฒิ แก้วแสง ภาสิณี วรชนะนันท์ และสุชาย วรชนะนันท์

18. ปม.39/O197 ผลของการใช้ Tubular Settlers เพื่อกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำของการอนุบาลลูกปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* X O. *mossambicus*) ด้วยระบบน้ำหมุนเวียน.....664
Performance of Tubular Settlers for Total Suspended Solid Removal on Red Tilapia (*Oreochromis niloticus* X O. *mossambicus*) Nursing in Water Recirculating System
โดย ทินวุฒิ ล่องพริก ชุมพล ศรีทอง เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์ และพงษ์เชษฎ์ พิชิตกุล

19. ปม.40/O198 การเปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ระบบน้ำใสเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุดที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน.....677
A Comparison of Rearing Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Using Clear Water System for Maximum Profit in Different Stocking Densities
โดย ณัฐธิดา บุญเพ็ง นิติ ชูเชิด และวราห์ เทพาหุดี

20. ปม.48/O231 การแพร่กระจายของธาตุอาหารในอ่าวไทย..... 685
Distribution of Nutrients in the Gulf of Thailand
โดย มินตรา มารบุญ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ ณิศรา ถาวรโสตร์ และจารุมาศ เมฆสัมพันธ์

21. ปม.49/O251 ผลของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพในนักเกตปลาทอด..... 693
Effect of Methylcellulose and Carboxymethylcellulose on Physico-Chemical Properties in Deep Fried Fish Nuggets
โดย กนกรัตน์ ศิริเจริญ จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร และจีรวรรณ มณีโรจน์

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. ปม.1/P2 Mating Behaviour and Duration of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) Under Controlled Hatchery Conditions……..705
By Wasana Arkronrat and Vutthichai Oniam

2. ปม.2/P3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคุณภาพน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทราย จังหวัดพะเยา..... 713
Relationships between Chlorophyll a and Water Quality In Nong Leng Sai Wetland, Phayao Province
โดย กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และลลิตา ข่วงบุญ
3. ปม.3/P8 การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) โดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรมไมโครแซทเทลไลท์ 721
Genetic Diversity Evaluation of Pacific White Shrimp Populations (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) Using Microsatellite DNA Marker
โดย นวนิตย์ คล่องแคล่ว และพุทธ ส่องแสงจินดา
4. ปม.7/P193 การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลา ของความหนาแน่น ขนาด และน้ำหนักของปลิง หัวมันเทศ *Acudina molpadioides* (Semper, 1868) บริเวณแหลมงอบ จังหวัดตราด.....729
Spatial and Temporal Variations of Density, Size and Weight of Sea Potato *Acudina molpadioides* (Semper, 1868) in Laem Ngob Area, Trat Province
โดย ศุภกร ตันศิริ นิติพัฒน์ บุญส่ง นภาขวัญ แหวนเพชร และจิตติมา อายุตตะกะ
5. ปม.8/P43 การมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้าน บ้านหนองมะจับ จังหวัดเชียงใหม่..... 737
People's Participation in Village Fishery Management in Ban Nongmajub, Chiangmai
โดย ดารชาต์ เทียมเมือง และเกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน
6. ปม.9/P194 กระแสน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณช่องเกาะช้างและอ่าวตราด จังหวัดตราด ปี 2559....745
Tidal Current around Channel Chang Island and Trat Bay, Trat Province, 2016
โดย มณฑล อนงค์พรยศกุล และอุดม เครือเนียม

7. ปม.12/P195 ปริมาณการปกคลุมและการกระจายของหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี..... 753
Covered Rate and Distribution of Seagrass at Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province
โดย วรุฒ คงสงด้วง ศักดิ์ชัย กรรมารางกูร นิติพัฒน์ บุญส่ง จิตติมา อายุตตะกะ และนภาขวัญ แหวนเพชร
8. ปม.13/P52 ชีวประวัติเบื้องต้นของปูม้าลายแดง, *Portunus gladiator* (Fabricius, 1798) จากอวนจมปู จ.ระนอง..... 761
Life History of Gladiator Swimming Crab, *Portunus gladiator* (Fabricius, 1798) Caught by Bottom Gill Net, Ranong Province
โดย พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์ วชิระ ใจงาม วิสัย คงแก้ว และสหัส ราชเมืองขวาง
9. ปม.14/P53 ความหลากชนิด ความหนาแน่น และการแพร่กระจายของกลุ่มปูทหาร บริเวณหาดทรายรอบสถานีวิจัยเพื่อพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง..... 770
Species Richness, Density and Distribution of Soldier Crabs in Sandy Beach around Andaman Coastal Research Station for Development, Ranong Province
โดย พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์ วชิระ ใจงาม วิสัย คงแก้ว และสหัส ราชเมืองขวาง
10. ปม.15/P54 ผลของซูโครสและซิเตรทร่วมกับโซเดียมคลอไรด์ต่อการป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีน กล้ามเนื้อและผลผลิตของกุ้งขาว..... 779
Cryoprotective Effect of Sucrose and Citrate in Combination with Sodium Chloride on Muscle Protein and Yield of White Shrimp
โดย อัจฉรา ทรงพระ นที สดภิบาล นฤมล จอมมาก และปัทมา ระตะนะอาพร

11. ปม.16/P196 ความคิดเห็นของชาวประมงต่อการลดการทำประมงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่มีไข่นอกกระดองของชาวประมงขนาดเล็กในจังหวัดตรัง..... 787
Opinion of Small-scale Fishermen toward Decrease Berried Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) Fishing in Trang Province
โดย ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และวีระพร สุขสมจิตร

12. ปม.17/P86 ชนิดและความชุกชุมของประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่บริเวณหาดทรายหาดทุ่งวัวแล่น หาดทรายรี และหาดบางมะพร้าว จังหวัดชุมพร..... 796
Species and Abundance of Macrobenthic Community of Sandy Beach at Thungwualaen Beach, Sairee Beach, Bangmaparw Beach, Chumphon Province
โดย อิ่มเอม ฮอเจริญชัย ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ และวิภูษิต มัณฑะจิตร

13. ปม.21/P94 การศึกษากระแสน้ำและตะกอนบริเวณแหล่งดำน้ำปะการังเทียมและเรือจมมัตโพนบริเวณเกาะล้าน จ.ชลบุรี..... 803
The Study of Water Current and Sediment around the Artificial Reefs and Mattapon Ship Wreck, Koh Lan, Chonburi Province
โดย จิตราภรณ์ ฟักโสภา สุชาย วรชนะนันท์ และชนกพร คำพระ

14. ปม.23/P96 การสำรวจชนิดปลาในแม่น้ำปัว จังหวัดน่าน..... 812
Exploration on Fish Fauna in Pua River, Nan Province, Northern Thailand
โดย อมรชัย ล้อทองคำ เชาวลีย์ ใจสุข และปกรณ์ สุนทรเมธ

15. ปม.24/P104 สารต้านออกซิเดชันที่พบในผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองของไทย..... 822
Antioxidant in Thai Fermented Fishery Products
โดย พรชัย เอียดเอื้อ ณัฐพล สว่างโรจน์ วิทวัส จำปา และจีรภา หินซุย

16. ปม.27/P197 ประชาคมไส้เดือนทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี..... 829
Polychaete Communities in Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province
โดย พนิชา พรวิริยะมงคล นภาขวัญ แหวนเพชร
จิตติมา อายุตตะกะ และกรกฎ ชั้นประเสริฐ
17. ปม.32/P123 ผลจับสัตว์น้ำจากการทำประมงไซนั่งบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก.....837
The Catch form Standing Trap Fishery in the Outer Part of Songkhla Lake
โดย ธเนศ ศรีถกล เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก และสมใจ เวชประสิทธิ์
18. ปม.33/P124 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณหาดประพาส จังหวัดระนอง ระหว่างปี 2537–2556..... 845
Coastal Change at Praphat Beach, Ranong Province during 1994–2013
โดย มณฑล อนงค์พรยศกุล กัญญารัตน์ ราชเดิม
และปัทมา พุฒิรุ่งโรจน์
19. ปม.34/P127 ไบรโอซัวทะเลบริเวณหมู่เกาะรัง อำเภอเกาะกูด จังหวัดตราด..... 853
Marine Bryozoans from Rang Islands, Amphoe Ko Kut, Trat, Thailand
โดย บรรณวิชญ์ แพงสุข สุเมตต์ ปุจฉาการ Masato Hirose
และวรัญญา ซอนคำ
20. ปม.36/P198 ความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะชุมพร จังหวัดชุมพร.....862
Species Diversity of Marine Sponges at Mu Ko Chumphon, Chumphon Province
โดย สุเมตต์ ปุจฉาการ
21. ปม.43/P152 ความหลากหลายของเห็ดทะเลบริเวณภาคตะวันออกของอ่าวไทย..... 871
Diversity of Mushroom Anemone at Eastern in the Gulf of Thailand
โดย อลงกต อินทรชาติ สาโรจน์ เริ่มดำริห์ วิกรม รังสินธุ์
อัครพงษ์ สวัสดิพงษ์ และกนกวรรณ ขาวด่อน

22. ปม.44/P153 ผลของอาหารต่างชนิดในการอนุบาลลูกปลาบู่หมาจู *Brachygobius doriae* (Günther, 1868)..... 879
Effect of Different Feeds on Nursing of Bumblebee Goby *Brachygobius doriae* (Günther, 1868)
โดย จิรวัฒน์ ผลเพิ่มพูล พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์ และสันติ พ่วงเจริญ
23. ปม.45/P154 ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากลำพู ลำพูทะเล และลำแพน..... 883
Antibacterial Activities of Extracts from *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia alba* and *Sonneratia ovata*
โดย พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์ และณภัทร พุทธิเมธากุล
24. ปม.46/P164 Effects of Fish Protein Hydrolysate Supplementation on Chemical Composition and Meat Quality of Asian Red-tail Catfish (*Hemibagrus wyckioides*)..... 892
By Khambou Tayyamath Mintra Seel-audom Wanaporn Tapingkae Hans-Jürgen Langholz Laddawan Krongpong and Kesinee Gatphayak
25. ปม.47/P165 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในรอบวัน บริเวณพื้นท้องน้ำ ปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม : กรณีการตายของปลากระเบนราหูน้ำจืด..... 902
Diurnal Variation of Bottom-Water Quality at the Mae Klong Estuary, Samutsongkharm Province : Case Study of The Giant Freshwater Stingray is Death
โดย นฤชล ภัทราปัญญาวงศ์ และวีรกิจ จรเกตุ
26. ปม.50/P199 สมบัติของดินตะกอนบริเวณแหล่งหญ้าทะเล อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี..... 908
The Properties of Sediment in Seagrass Bed at Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province
โดย ศักดิ์ชัย กรรมารางกูร วรุฒ คงสงด้วง กุลมโนชญ์ กาญจนาภรณ์ นภาขวัญ แหวนเพชร และจิตติมา อายุตตะกะ

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

(Subject : Agricultural Extension and Home Economics)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

1. สก.คห.4/O152 การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวในการปลูกข้าวแบบนาโยน..... 919
Utilization of Compost Tea from Coir Pith Compost in Parachute Rice Transplantation
โดย ศศิธร กู้สุวรรณวิจิตร ธีรวุฒิ ลาภตระกูล สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล และแสงชัย เอกปทุมชัย

2. สก.คห.5/O153 ยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืน.....927
Strategy for Development of Sustainable Organic Farming
โดย เทวัญ นันทวงศ์

3. สก.คห.8/O216 Effect of Parboiled Germinated Brown Rice on Rat Brain Hippocampus Lipid Peroxidation and Superoxide Dismutase Activity in an Animal Model of Oxidative Stress..... 936
By Kansuda Wunjuntuk Jureeporn Nounmusig and Aikkarach Kettawan

4. สก.คห.9/O217 ลักษณะทางกายภาพของผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับหินภูเขาไฟ..... 944
Physical Characteristics of Jeans Fabric Bleached by Hydrogen Peroxide, and Hydrogen Peroxide and Pumice Stone
โดย ธนายุต เล็กรัตน์ วัลภา แต้มทอง และชุติมา ชวลิตมณเฑียร

5. สก.คห.10/O218 ผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อลักษณะทางกายภาพ
และสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไร่.....953
Effect of Soil Amendment by Organic Fertilizer on Physical
Properties and Antioxidant Activity in Upland Rice
โดย เสาวภา สิทธิโชคธรรม ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร
พรรณธิภา ณ เชียงใหม่ ปราโมทย์ แพงคำ
มานะ กาญจนมณีเสถียร เสาวภา เขียนงาม
ฌานิกา จันทสระ ยุภา ปู่แตงอ่อน อำพร แจ่มผล
พรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ และกานต์สุดา วันจันทึก
6. สก.คห.12/O219 ผลของการกะเทาะเปลือกต่อคุณภาพของน้ำมันทานตะวันจากกระบวนการ
ผลิตแบบหีบเย็น.....961
Effect of Dehulling on the Quality of Cold-Pressed Sunflower Oil
โดย พิชญานิน ตั้งวิเศษทรัพย์ ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร
พรรณธิภา ณ เชียงใหม่ เสาวภา เขียนงาม
ยุภา ปู่แตงอ่อน มานะ กาญจนมณีเสถียร
ปราโมทย์ แพงคำ ศิวพร แพงคำ อำพร แจ่มผล
พรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ และกานต์สุดา วันจันทึก
7. สก.คห.13/O230 แผ่นเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด..... 969
Fibrous Webs from Corn Husks
โดย ภัทรานันท์ แวงวรรณ วัลภา แต้มทอง
และสุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. สก.คห.2/P79 ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อน้ำแข็งที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ
และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวาย..... 979
Effect of Ratio of Fillet to Ice on Physical and Sensory Properties of
Fish Ball from Striped Catfish *(Pangasius hypophthalmus)*
โดย กฤษชนก ศุขเกษม อุมาพร มีเดช วัสสกร มณีนิล
เจตนิพิฐ เนียมสุข ธาริณี เพ็งมาก
และพัชรพร เวียงวีระชาติ

2. สก.คห.3/P108 ความรู้เรื่องโภชนาการ พฤติกรรมการบริโภค และภาวะโภชนาการของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา..... 985
Nutritional Knowledge, Consumption Behavior and Nutritional Status of The Blind Association of Songkhla Province
โดย พรชัย พุทธรักษ์ และทัศนา ศิริโชติ
3. สก.คห.11/P155 อิทธิพลของวัตถุดิบต่อคุณภาพทางกายภาพของน้ำพริกลงเรือ..... 993
Effect of Ingredients to the Physical Quality of Nam Prig Long Rua
โดย วรงค์ ภู่ระหงษ์ มาริษา ภู่ภิญโญกุล และวิชชา ตรีสุวรรณ
4 สก.คห.14/P167 ปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกซื้อผัก/ผลไม้สด ของผู้บริโภค กรณีศึกษา ร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์..... 1002
Marketing Factors toward the Decision to Purchase Fresh Vegetables/Fruits of Consumers Case Study: Golden Place Shop, Kasetsart University Branch
โดย ศิตาพร สืบอักษร และพัชราวดี ศรีบุญเรือง

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

(Subject : Agricultural Extension and Home Economics)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation) เพิ่มเติม

1. สก.คห.6/O180 การคำนวณความต้องการปุ๋ยสำหรับคลินิกดิน..... 1010
Calculation of Fertilizer Demand for Soil Clinic
โดย อัครินทร์ ขจรกุลวณิชย์ และรุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม

สาขาพืช

Subject: Plants

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



ปัจจัยทางดินที่ส่งผลต่อปริมาณและการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนน้ำพา บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย

Soil Factors Influencing Content and Distribution of Organic Carbon in Alluvial Soils, Central Plain of Thailand

อภิรักษ์ จงเหลืองสอาด[1] วิทยา จินดาหลวง*[1] และ ทิมทอง ดรุณสนธยา[1]

Apirak Chongleangsaard[1] Wittaya Jindaluang[1] and Timtong Darunsontaya[1]

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาปัจจัยทางดินที่มีผลต่อปริมาณและการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนน้ำพา บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย โดยคัดเลือกตัวแทนดินที่มีพัฒนาการแตกต่างกัน ได้แก่ ดินในอันดับอินเซปทิซอลส์ แอลฟิซอลส์ และอัลทิซอลส์ โดยทำการศึกษาสัณฐานวิทยาสนามของดิน วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดินในห้องปฏิบัติการตามวิธีมาตรฐาน พบว่า ดินในอันดับอินเซปทิซอลส์ที่มีพัฒนาการค่อนข้างน้อยและพบอยู่บริเวณส่วนต่ำของสภาพภูมิประเทศมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นไถพรวนสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับดินในอันดับแอลฟิซอลส์และอัลทิซอลส์ซึ่งมีพัฒนาการทางดินสูงกว่าและพบอยู่ในบริเวณที่สูงกว่าในสภาพภูมิประเทศ ดินในอันดับอินเซปทิซอลส์และแอลฟิซอลส์มีลักษณะการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ที่ลดลงอย่างสม่ำเสมอตามความลึกในหน้าตัดดิน อย่างไรก็ตาม ลักษณะการแจกกระจายของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นดินล่างของหน้าตัดดินในอันดับอัลทิซอลส์มีความแปรปรวน ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการชะละลายคอลลอยด์อินทรียวัตถุจากชั้นไถพรวนลงไปสะสมในชั้นดินล่าง ดังนั้น ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินที่ทำการศึกษาขึ้นอยู่ตำแหน่งของดินในสภาพภูมิประเทศ ปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวรวมกับทรายแป้ง ค่าพีเอชดิน และปริมาณอะลูมินัมอสัณฐานในดิน

ABSTRACT

The study on soil factors influencing content and distribution of organic carbon in alluvial soils, Central Plain of Thailand was conducted by selecting representative soils with different soil development as Inceptisols, Alfisols and Ultisols. Soil morphology and physicochemical properties of soils were analyzed using standard field and laboratory methods. The result reveals that low-developed Inceptisols which located on the lower position of the landscape contained the highest organic carbon (OC) content in the plough layer in comparison to that of high-developed Alfisols and Ultisols which located on the upper position of the landscape. Inceptisols and Alfisols showed the uniform decreasing characteristic of OC content with depth in soil profiles. However, Ultisols showed the variation of decreasing characteristic of OC content with depth indicating possibility of leached organic matter colloids from the plough layer to the subsoil profiles. The OC content in these soils was dependent on position of soil in the landscape, silt plus clay contents, soil pH and amorphous aluminum content in the soils.

Key Words: organic carbon, content and distribution, alluvial soils

*Corresponding author, e-mail address: fagrwyj@ku.ac.th

[1]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

แหล่งคาร์บอน (carbon pools) บนโลกสามารถแบ่งออกเป็นแหล่งใหญ่ๆ ได้แก่ แหล่งที่อยู่ในดิน (pedosphere) แหล่งที่อยู่ในบรรยากาศ (atmosphere) แหล่งที่อยู่ในน้ำ (hydrosphere) แหล่งที่เป็นส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิตบนบก (biosphere) และแหล่งที่อยู่ในชั้นหิน (lithosphere) (พจนีย์ และทวีศักดิ์, 2544) โดยดินมีปริมาณคาร์บอนในรูปของคาร์บอนอินทรีย์ประมาณ 2,400 เพตะกรัม (Pg) (1 Pg = 10^{15} กรัม) หรือคิดเป็น 3.2 เท่าของปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในบรรยากาศ และคิดเป็น 4.4 เท่าของปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในชีวมวลของสิ่งมีชีวิตบนบก (Han *et al*., 2016) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์ในดินซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนบทบาทของคาร์บอนอินทรีย์ต่อกระบวนการทางดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ (Dai *et al*., 2011) โดยทั่วไปคาร์บอนเป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ ดังนั้น คาร์บอนอินทรีย์จึงหมายถึงคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของอินทรียวัตถุในดิน โดยปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์ในดินจะผันแปรไปตามสมบัติและลักษณะของดิน พืชพรรณธรรมชาติ และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งในอดีตและปัจจุบัน เป็นที่ทราบกันดีว่าบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญของประเทศ ลักษณะดินเป็นดินที่เกิดจากตะกอนน้ำพาเป็นส่วนใหญ่ เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว หรือมีเนื้อดินสลับชั้นระหว่างดินเหนียว ดินร่วนและดินทราย และดินตะกอนน้ำพาส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากการพัดพาของน้ำจึงส่งผลต่อพัฒนาการของดิน และเกิดการสูญเสียปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินไปในรูปของอินทรียวัตถุและสารละลายอินทรีย์ (พิสบุษ์, 2531) โดยทั่วไปปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินที่ใช้ทำการเกษตรกรรมจะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีการเติมสารอินทรีย์กลับลงไปในดินน้อยกว่าอัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ โดยมีปัจจัยทางด้านลักษณะและสมบัติของดิน ลักษณะภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการดิน ที่ส่งผลต่ออัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุและส่งผลต่อปริมาณและการแจกกระจายคาร์บอนอินทรีย์ในดิน (Mayes *et al*., 2014)

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาปัจจัยทางดิน ได้แก่ ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิประเทศและสมบัติของดิน ตลอดจนกระบวนการที่ส่งผลต่อปริมาณและการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนน้ำพาบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้เป็นแนวทางในการจัดการอินทรียวัตถุภายในดินที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่ศึกษาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

คัดเลือกตัวแทนชุดดินที่เกิดจากตะกอนน้ำพา (alluvial soils) ในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางซึ่งมีสภาพแวดล้อมและมีพัฒนาการทางดินที่แตกต่างกัน ได้แก่ ดินในอันดับอินเซปทิซอลส์ (Inceptisols) จำนวน 3 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสรรพยา (Sa) ชุดดินอยุธยา (Ay) และชุดดินบางเขน (Bn) ดินในอันดับแอลฟิซอลส์ (Alfisols) จำนวน 3 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินนครปฐม (Np) ชุดดินมโนรมย์ (Mn) และชุดดินเดิมบาง (Db) และดินในอันดับอัลทิซอลส์ (Ultisols) จำนวน 2 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินเชียงราย (Cr) และชุดดินปากท่อ (Pth) เลือกสำรวจพื้นที่จากขอบเขตของชุดดินดังกล่าวที่พบเป็นบริเวณกว้างขวางในแผนที่ดินรายจังหวัดของจังหวัดปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สิงห์บุรี และสุพรรณบุรี เพื่อศึกษาข้อมูลลักษณะโดยทั่วไปของหน้าตัดดิน (soil profile)

การปฏิบัติงานสำรวจดินในภาคสนามและการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ

เจาะสำรวจดินโดยใช้สว่านเจาะดิน (soil auger) เจาะสำรวจที่ระดับความลึก 1 เมตร จากผิวหน้าดิน เพื่อตรวจสอบลักษณะของดินให้ตรงกับชุดดินที่ต้องการศึกษา หลังจากนั้นทำการขุดหลุมศึกษาหน้าตัดดิน ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2.0 เมตร และลึก 2.0 เมตร แต่งหน้าตัดดิน แบ่งชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ตรวจสอบสมบัติดินในแต่ละชั้นดิน ทำคำบรรยายหน้าตัดดิน และเก็บตัวอย่างดินตามวิธีการศึกษาสัณฐานวิทยาของดินในสนาม (เอิบ, 2548)

วิเคราะห์ตัวอย่างดินทั้งสมบัติทางกายภาพและเคมี โดยใช้วิธีมาตรฐาน (National Soil Survey Center, 1996) ประกอบด้วย การแจกกระจายขนาดของอนุภาคดิน โดย pipette method พีเอชดิน โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 คาร์บอนอินทรีย์ โดยวิธี Walkley and Black titration เบสแลกเปลี่ยนได้และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน โดยการชะล้างไอออนบวกด้วยสารละลาย 1 M NH_4OAc pH 7.0 วิเคราะห์ปริมาณเหล็กและอะลูมินัมที่สกัดได้ โดยวิธี Dithionite-citrate-bicarbonate, 0.2 M ammonium oxalate pH 3.0 (McKeague and Day, 1966)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนามของดิน

จากการศึกษาพบว่า ดินอันดับอินเซปทิซอลส์เป็นดินที่มีพัฒนาการค่อนข้างน้อย โดยดินเริ่มแสดงลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากวัตถุต้นกำเนิดดิน ได้แก่ ชุดดินสรรพยา (Sa) ชุดดินอยุธยา (Ay) และชุดดินบางเขน (Bn) พบอยู่บนสภาพภูมิประเทศตั้งแต่ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึงไปจนถึงสันดินริมน้ำธรรมชาติ (Table 1) มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 2-6 เมตร วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่นและตะกอนน้ำกร่อยผสมกับตะกอนลำน้ำ ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินแบบ Apg-Bw-Bj-Byg-Bssg-Cj-Cg ดินในอันดับแอลฟิซอลส์เป็นดินที่มีพัฒนาการปานกลาง พบการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่างของหน้าตัดดิน ได้แก่ ชุดดินนครปฐม (Np) ชุดดินมโนรมย์ (Mn) และชุดดินเดิมบาง (Db) พบอยู่บนตะพักลำน้ำระดับกลางและตะพักลำน้ำระดับสูง มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 12-20 เมตร วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพาที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่เป็นด่าง ตะกอนน้ำพาท้องถิ่น ไปจนถึงตะกอนน้ำพาเก่า ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินแบบ Apg-BAg-Btg-Btgv และดินในอันดับอัลทิซอลส์เป็นดินที่มีพัฒนาการค่อนข้างสูง พบการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่างของหน้าตัดดินอย่างชัดเจน ได้แก่ ชุดดินปากท่อ (Pth) และชุดดินเชียงราย (Cr) พบอยู่บนตะพักลำน้ำระดับสูง มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 23-30 เมตร วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพาเก่า ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินแบบ Apg-AB-BAg-Btg-Btgv พื้นที่ทุกบริเวณมีความลาดชันร้อยละ 1-2 และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าว

สมบัติทางภายภาพและเคมีของดิน

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน พบว่า ดินในอันดับอินเซปทิซอลส์ซึ่งพบอยู่ในส่วนต่ำของสภาพภูมิประเทศมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวและอนุภาคขนาดทรายแป้งเฉลี่ยสูงที่สุด (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบกับดินในอันดับแอลฟิซอลส์และดินในอันดับอัลทิซอลส์ ซึ่งพบอยู่ในบริเวณที่สูงกว่าของสภาพภูมิประเทศ ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณอนุภาคขนาดทรายมีแนวโน้มในทิศทางตรงกันข้าม ลักษณะดังกล่าวแสดงให้

เห็นว่าอนุภาคขนาดละเอียดของดินอาจถูกพัดพาโดยน้ำจากบริเวณที่อยู่สูงกว่ามาสะสมยังส่วนที่ต่ำกว่าของสภาพภูมิประเทศ (Karchegani *et al*., 2012) ค่าพีเอชของดินมีแนวโน้มเป็นกรดจัดมากขึ้นตามระดับพัฒนาการของดิน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณเบสแลกเปลี่ยนได้ที่มีปริมาณลดลงและมีค่าต่ำที่สุดในดินอันดับอัลทิซอลส์ แสดงให้เห็นถึงอัตราการชะละลาย (leaching) ไอออนของธาตุดังกล่าวที่รุนแรงในดินอันดับอัลทิซอลส์เมื่อเปรียบเทียบกับดินในอันดับแอลฟิซอลส์และอินเซปทิซอลส์ที่พบอยู่ในบริเวณส่วนที่ต่ำกว่าในสภาพภูมิประเทศ (Buol *et al*., 2011) สัดส่วนของเหล็กอสัณฐานกับเหล็กในรูปผลึก (Fe_o/Fe_d) มีแนวโน้มลดลงจากดินในอันดับอินเซปทิซอลส์ แอลฟิซอลส์ และอัลทิซอลส์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงระดับความรุนแรงของการสลายตัวผุพังของดินที่เพิ่มสูงขึ้น และสอดคล้องกับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่มีค่าลดลงตามระดับพัฒนาการของดินที่สูงขึ้นด้วย

Table 1 Environmental setting and field morphological characteristics of soils used in this study

Soil order	Soil series	Depth (cm)	Soil horizon	Slope (%)	Elevation m (MSL)	Physiography	Parent material
Inceptisols	Sa	0-200	Apg-Bw-Bg-Cg	1	6	Natural levee	Local alluvium
	Ay	0-170	Apg-Bw-Bj-Cj	1	2	Former tidal flat	Mixed deposits of marine brackish and riverine sediments
	Bn	0-180	Apg-Bw-Bssg -Byg-Cg	1	2	Former tidal flat	Mixed deposits of marine brackish and riverine sediments
Alfisols	Np	0-200	Apg-Btg	2	14	Middle terrace	Local alluvium derived from calcareous sediments
	Mn	0-200	Apg-Btg	1	12	Middle terrace	Local alluvium
	Db	0-200	Apg-BAg-Btgv-Btg	1	20	High terrace	Old alluvium
Ultisols	Pth	0-200	Apg-BAg-Btgv-Btg	1	30	High terrace	Old alluvium
	Cr	0-200	Apg-AB-Btgv-Btg	2	23	High terrace	Old Alluvium

Table 2 Physical and chemical properties of alluvial soils in this study

Property[1/]	Inceptisols (n=23)			Alfisols (n=24)			Ultisols (n=17)		
	Min	Max	Mean±SD	Min	Max	Mean±SD	Min	Max	Mean±SD
Sand (g kg^{-1})	4.00	391	116±125	27	455	217±114	175	535	352±98
Silt (g kg^{-1})	255	534	391±60	264	554	396±85	226	430	325±59
Clay (g kg^{-1})	250	731	491±157	195	607	385±85	203	465	321±86
pH (H_2O)	3.4	7.5	5.8±1.36	5.1	7.6	6.4±0.77	4.8	7.3	5.5±0.76
Exch. Ca (cmol kg^{-1})	2.74	31	10.1±5.8	1.76	15.4	8.29±4.12	0.16	8.11	2.26±2.57
Exch. Mg (cmol kg^{-1})	1.05	12.3	5.80±3.53	0.71	6.43	2.62±1.30	0.23	1.26	0.73±0.34
Exch. K (cmol kg^{-1})	0.23	3.51	1.46±0.80	0.29	5.56	1.29±1.41	0.18	3.71	1.32±1.32
Exch. Na(cmol kg^{-1})	0.07	0.42	0.20±0.10	0.07	0.32	0.16±0.07	0.05	0.27	0.13±0.06
CEC ($cmol_c$ kg^{-1})	9.50	30.7	20.2±7.38	8.47	25.1	15.5±4.38	4.73	14.9	11.4±3.02
Fe_d (g kg^{-1})	3.75	48.5	12.2±9.91	1.92	15.4	9.16±4.03	1.05	13.8	5.40±3.03
Fe_o (g kg^{-1})	0.25	10.2	3.22±2.56	0.20	20.7	4.97±6.10	0.18	1.54	0.89±0.37
Fe_o/ Fe_d	0.02	1.93	0.47±0.52	0.02	2.31	0.62±0.72	0.01	0.94	0.26±0.26
Al_d (g kg^{-1})	0.31	3.89	1.20±0.91	0.61	3.6	1.75±0.95	0.35	3.76	1.71±0.77
Al_o (g kg^{-1})	0.32	2.11	1.05±0.49	0.11	1.71	0.88±0.44	0.21	1.49	0.70±0.40

[1/] Exch. Ca = exchangeable Ca, Exch. Mg = exchangeable Mg, Exch. K = exchangeable K, Exch. Na = exchangeable Na, CEC = cation exchange capacity, Fe_d = Fe extracted by dithionite-citrate bicarbonate, Fe_o = Fe extracted by ammonium oxalate, Al_d = Al extracted by dithionite-citrate bicarbonate, Al_o = Al extracted by ammonium oxalate

ปริมาณและการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในดิน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ พบว่า ดินในอันดับอินเซปทิซอลส์มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เฉลี่ยในชั้นไถพรวน (D1) สูงสุด (Figure 1) เมื่อเปรียบเทียบกับดินในอันดับแอลฟิซอลส์ และอัลทิซอลส์ (31.1, 11.2 และ 11.5 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในชั้น D1 ของดินในอันดับแอลฟิซอลส์ และอัลทิซอลส์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในช่วงความลึกใต้ชั้นไถพรวนจนถึงระดับความลึก 100 เซนติเมตร (D2) และที่ระดับความลึก 100-200 เซนติเมตร (D3) ของดินทั้ง 3 อันดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดินในอันดับอินเซปทิซอลส์ แอลฟิซอลส์ และอัลทิซอลส์ มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในช่วงระดับความลึก D2 เท่ากับ 8.59, 4.18 และ 3.22 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และในช่วงระดับความลึก D3 มีค่าเท่ากับ 2.85, 2.06 และ 1.29 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดินในทุกอันดับมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ลดลงตามความลึก โดยเฉพาะดินในอันดับอินเซปทิซอลส์ ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในช่วงระดับความลึก D2 และ D3 ลดลงจากช่วงระดับความลึก D1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

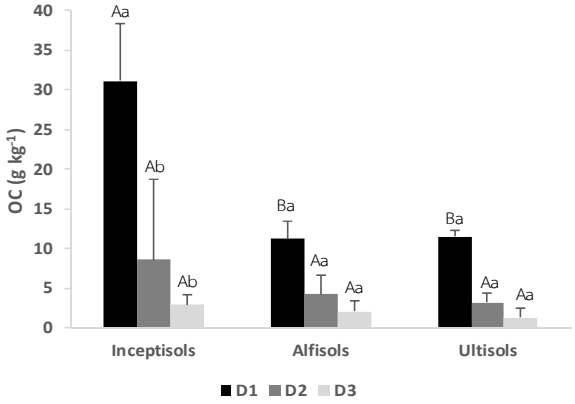


Figure 1 Organic carbon (OC) content in different soil orders and depths (D1= plough layer, D2= below plough layer to 100 cm depth, D3= 100 to 200 cm depth). Bar represents standard deviation. Different letters indicate significant differences at $P \leq 0.05$. Capital letters indicate significant differences between soil orders in the same soil depth. Lower-case letters indicate significant differences between soil depths within each soil order.

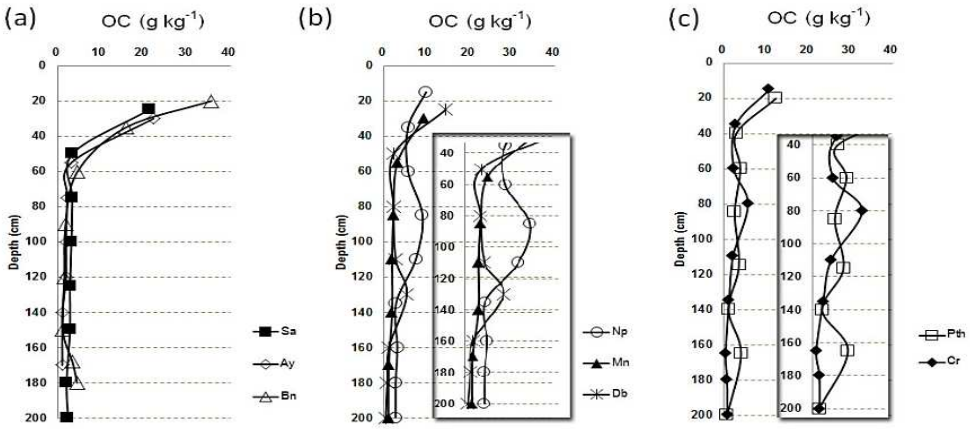


Figure 2 Profile distribution of organic carbon (OC) content; (a) Inceptisols, (b) Alfisols and (c) Ultisols

จากลักษณะการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ตามความลึกของหน้าตัดดิน พบว่า ดินในอันดับอินเซปทิซอลส์และดินในอันดับแอลฟิซอลส์มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ลดลงอย่างสม่ำเสมอตามความลึก (Figure 2a, 2b) ยกเว้นชุดดินนครปฐม (Np) ในอันดับแอลฟิซอลส์ที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เพิ่มขึ้นที่ช่วงระดับความลึก 80-100 เซนติเมตร (Figure 2b) เนื่องจากบริเวณนี้เคยใช้ปลูกไม้ผลมาก่อน และมีเศษรากพืชจำนวนมากกำลังสลายตัวในช่วงความลึกดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ดินในอันดับอัลทิซอลส์ ได้แก่ ชุดดินปากท่อ (Pth) และชุดดินเชียงราย (Cr) มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ลดลงตามความลึกอย่างไม่สม่ำเสมอ (Figure 2c) โดยมีความแปรปรวนของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์อยู่ในช่วงระหว่าง 0.41-5.86 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอาจเกิดจากเคลื่อนย้ายของคอลลอยด์อินทรียวัตถุจากกระบวนการชะละลายจากชั้นดินบนไปสะสมในชั้นดินล่าง (Rumpel and Kögel-Knabner, 2011) ซึ่งเป็นกระบวนการเด่นของดินในอันดับนี้

Table 3 Correlation coefficients between organic carbon (OC) content and measured soil properties

	Elevation	Silt+Clay	pH	Al_o
		Plough layer (D1) (n = 8)		
OC	-0.76*	0.77*	-0.74*	0.72*
		Below plough layer to 100 cm depth (D2) (n = 27)		
OC	ns	0.43*	ns	ns
		100-200 cm depth (D3) (n = 29)		
OC	-0.39*	0.42*	ns	0.56*

*significant at $P \leq 0.05$. ns = not significant

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินที่ทำการศึกษามีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับความสูงจากระดับทะเลปานกลาง (Table 3) โดยเฉพาะในชั้นไถพรวน (D1) ลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นอิทธิพลของการพัดพาอินทรียวัตถุโดยน้ำจากบริเวณที่สูงลงไปสะสมยังบริเวณที่ต่ำกว่าของสภาพภูมิประเทศ (Karchegani *et al*., 2012) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในชั้นไถพรวนของดินอันดับอินเซปทิซอลส์ที่มีค่าสูงสุด นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างปริมาณคาร์บอนอินทรีย์กับปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวรวมกับทรายแป้งในทุกระดับความลึก เนื่องจากดินที่มีเนื้อดินละเอียดหรือมีอนุภาคขนาดดินเหนียวและทรายแป้งสูงจะส่งเสริมการเกิดการดูดซับระหว่างอินทรียวัตถุกับแร่ดินเหนียว และส่งเสริมการเกิดเม็ดดินซึ่งป้องกันการย่อยสลายอินทรียวัตถุทางกายภาพจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Christensen, 2001) นอกจากนั้น ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ยังมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าพีเอชของดินในชั้นไถพรวน (D1) ซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพลที่ส่งผลต่อกิจกรรมและกลุ่มโครงสร้างของจุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมสูงในชั้นดินบน โดยในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดรุนแรงกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์โดยเฉพาะการย่อยสลายอินทรียวัตถุจะเกิดขึ้นน้อย โดยมีเชื้อราเป็นกลุ่มจุลินทรีย์หลักในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ เมื่อดินมีค่าพีเอชสูงขึ้นจนใกล้เป็นกลาง แบคทีเรียซึ่งเป็นประชากรกลุ่มใหญ่ของจุลินทรีย์ในดินจะมีบทบาทสำคัญโดยเฉพาะการย่อยสลายอินทรียวัตถุได้สูง จึงทำให้เกิดการย่อยสลายอินทรียวัตถุได้เร็ว (Kemmitt *et al*., 2006) นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์เชิงบวกของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์กับปริมาณอะลูมินัมอสัณฐาน (Al_o) ในดิน ซึ่งอาจแสดงให้เห็นถึงบทบาทของอะลูมินัมอสัณฐานในการเป็นสารเชื่อมอนุภาคของดินให้เกิดเป็นเม็ดดินที่มีความเสถียร และส่งเสริมให้อินทรียวัตถุในดินถูกกักเก็บอยู่ภายในเม็ดดินและทำให้อัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลง (Kleber *et al*., 2005)

สรุป

ปริมาณและการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในดินที่ทำการศึกษา ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านสภาพภูมิประเทศ คือ ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวและทรายแป้ง และปริมาณอะลูมินัมอสัณฐานในดิน ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการดูดซับคอลลอยด์ของอินทรียวัตถุหรือ

ส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน ทำให้เกิดกระบวนการป้องกันทางกายภาพของอินทรียวัตถุที่อยู่ในเม็ดดินจากกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนแหล่งทุนในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

พจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2544. **คาร์บอนในดินของประเทศไทย**. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิสบุษ์ จัตวาพรวนิช. 2531. **การศึกษาความสมดุลของน้ำและการพัดพาดินตะกอน ตลอดจนธาตุอาหารพืชที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำแกแล อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2548. **การสำรวจดิน: มโนทัศน์ หลักการและเทคนิค**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham and P.A. McDaniel. 2011. **Soil Genesis and Classification**. John Wiley & Sons.

Christensen, B.T. 2001. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. **Eur. J. Soil Sci.** 52(3): 345-353.

Dai, F., Z. Su, S. Liu and G. Liu. 2011. Temporal variation of soil organic matter content and potential determinants in Tibet, China. **Catena** 85(3): 288-294.

Han, L., K. Sun, J. Jin and B. Xing. 2016. Some Concepts of Soil Organic Carbon Characteristics and Mineral Interaction from a Review of Literature. **Soil Biol. Biochem.** 94: 107-121.

Karchegani, P.M., S. Ayoubi, M.R. Mosaddeghi and N. Honarjoo. 2012. Soil organic carbon pools in particle-size fractions as affected by slope gradient and land use change in hilly regions, Western Iran. **J. Mt. Sci.** 9(1): 87-95.

Kemmitt, S.J., D. Wright, K.W.T. Goulding and D.L. Jones. 2006. pH regulation of carbon and nitrogen dynamics in two agricultural soils. **Soil Biol. Biochem.** 38: 898-911.

Kleber, M., R. Mikutta, M.S. Torn and R. Jahn. 2005. Poorly crystalline mineral phases protect organic matter in acid sub-soil horizons. **Eur. J. Soil Sci.** 56: 717-725.

Mayes, M., E. Marin-Spiotta, L. Szymanski, M.A. Erdogan, M. Ozdogan and M. Clayton. 2014. Soil Type Mediates Effects of Land Use on Soil Carbon and Nitrogen in the Konya Basin, Turkey. **Geoderma** 232-234: 517-527.

McKeague, J. and J. Day. 1966. Dithionite-and Oxalate-Extractable Fe and Al as Aids in Differentiating Various Classes of Soils. **Can. J. Soil Sci.** 46(1): 13-22.

National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Methods Manual**. United States Department of Agriculture, Natl. Soil Surv. Cent., Soil Survey Investigation No.42, Version 3.

Rumpel, C. and I. Kögel-Knabner. 2011. Deep soil organic matter-a key but poorly understood component of terrestrial C cycle. **Plant Soil** 338(1): 143-158.

ชนิดและความเข้มข้นของโลหะหนักในดินบริเวณริมถนนของประเทศไทย

Types and Concentration of Heavy Metals in Roadside Soils of Thailand

ณัฐนันท์ ไกรเลิศรัตนชัย[1] ดาวจรัส เกตุโรจน์[1*] และ วรชาติ วิศวพิพัฒน์[1]

Nattanan Krailertrattanachai[1], Daojarus Ketrot[1*] and Worachart Wisawapipat[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของธาตุโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินบริเวณริมถนนของประเทศไทย ทำการเก็บตัวอย่างดินริมถนนที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร บริเวณริมถนนทางหลวงหมายเลข 2, 340, 344, 2090, 2256, 2273, 3032, 3245 และ 3365 ทางหลวงละ 3 บริเวณ และวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของธาตุโลหะหนักในดินโดยการย่อยด้วยกรดไนตริกผสมกรดเปอร์คลอริก (5:2) และศึกษารูปของธาตุโลหะหนักด้วยการสกัดแบบสองลำดับขั้น จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักทั้งหมดพบว่า ดินริมถนนประกอบไปด้วยธาตุโลหะหนัก ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ไทเทเนียม สังกะสี วาเนเดียม โครเมียม ตะกั่ว ทองแดง นิกเกิล สารหนู โคบอลต์ พลวง และแคดเมียม ในปริมาณ 23.2, 0.7, 0.2 กรัมต่อกิโลกรัม และ 113.0, 56.3, 54.9, 24.3, 23.5, 21.3, 20.4, 9.3, 3.6 และ 0.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากการสกัดรูปของธาตุโลหะหนัก (รูปที่เคลื่อนที่ได้ รูปที่มีศักยภาพในการเคลื่อนที่ได้ และรูปที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้) ในดินริมถนนพบว่าธาตุโลหะหนักส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ แต่ธาตุทองแดง ตะกั่ว และสังกะสีพบอยู่ในรูปที่มีศักยภาพในการเคลื่อนที่ได้สูงกว่าธาตุอื่น ๆ

ABSTRACT

The objective of this study was to study types and concentration of heavy metals contaminated in roadside soils in Thailand. Roadside soil samples were collected at 0–10 cm depth from Highway Number 2, 340, 344, 2090, 2256, 2273, 3032, 3245 and 3365 (3 locations for each highways). Types and concentration of heavy metals were analyzed by HNO_3:H_2ClO_4 (5:2) digestion and the heavy metals forms were studied by two step sequential extractions. The results of total element analysis showed that roadside soils contained heavy metals including iron, manganese, titanium, zinc, vanadium, chromium, lead, copper, nickel, arsenic, cobalt, antimony and cadmium in the amount of 23.2, 0.7, 0.2 g kg^{-1} and 113.0, 56.3, 54.9, 24.3, 23.5, 21.3, 20.4, 9.3, 3.6 and 0.74 mg kg^{-1}, respectively. The results from sequential extractions of heavy metals (mobile, mobilisable and immobile form) in roadside soils revealed that most of heavy metals were in immobile forms whereas copper, lead and zinc contained higher concentrations at the mobilisable form than other elements.

Key Words: heavy metals, contamination, roadside soils, Thailand

* Corresponding author; e-mail address: **fagrdrk@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

การจราจรบนท้องถนนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมในหลาย ๆ เมือง และยังเป็นแหล่งที่มาหลักของมลพิษของดินในเมือง (Carrero *et al*., 2013) ดินบริเวณริมถนนสามารถพบการปนเปื้อนธาตุโลหะหนักได้ ซึ่งธาตุที่พบมากในดินริมถนน ได้แก่ ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม นิกเกิล โครเมียม ทองแดง และสารหนู (Pagotto *et al*., 2001; Christoforidis and Stamatis, 2009; Chen *et al*., 2010; Carrero *et al*., 2013; Zhang *et al*., 2015) โดยธาตุโลหะหนักเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์ การผุพังของวัสดุพื้นถนน การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง การขัดสีของยางรถยนต์และผ้าเบรค การรั่วไหลของน้ำมันเครื่องยนต์ และการสึกกร่อนของยางรถยนต์ (de Miguel *et al*., 1997; Adachi and Tainosho, 2004; Councell *et al*., 2004; Hjortenkrans *et al*., 2007; Chen *et al.,* 2010; Apeagyei *et al.,* 2011) Christoforidis and Stamatis (2009) ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในดินริมถนนในประเทศกรีซ พบว่ามีการปนเปื้อนของธาตุตะกั่ว ทองแดง สังกะสี นิกเกิล โครเมียม แคดเมียม สารหนู และปรอท ในปริมาณเฉลี่ย 359.4, 42.7, 137.8, 58.2, 193.2, 0.2, 62.3 และ 0.1 μg g^{-1} ตามลำดับ Nath (2015) ได้รายงานว่ามีการปนเปื้อนโลหะหนักในดินที่ปลูกชาบริเวณใกล้ทางหลวงแผ่นดินสูงกว่าดินอ้างอิงที่เก็บจากบริเวณอื่น โดยพบธาตุโครเมียม > ตะกั่ว > นิกเกิล > แคดเมียม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในดินริมถนนของประเทศอื่น ๆ เช่น ฝรั่งเศส จีน สเปน และออสเตรเลีย เป็นต้น (Pagotto *et al*., 2001; Chen *et al*., 2010; Carrero *et al*., 2013; Zhang *et al*., 2015; Silva *et al*., 2016) แต่สำหรับประเทศไทยมีการศึกษาในเรื่องดังกล่าวน้อย (ชลาลัย, 2551) ในการศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด ความเข้มข้น และรูปของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินบริเวณริมถนนของประเทศไทย ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตรวจติดตามชนิดและปริมาณธาตุโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินริมถนนต่อไป เพื่อใช้สำหรับเป็นข้อมูลอ้างอิงในการกำหนดระยะห่างที่เหมาะสมในการใช้พื้นที่ริมถนนสำหรับการปลูกพืช

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บและเตรียมตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินบริเวณริมถนนทางหลวงหมายเลข 2, 340, 344, 2090, 2256, 2273, 3032, 3245 และ 3365 โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร บริเวณชิดขอบถนนหรือห่างจากขอบถนนไม่เกินหนึ่งเมตร เก็บตัวอย่างดินหมายเลขทางหลวงละ 3 บริเวณ (3 ซ้ำ) ที่ตั้งบริเวณเก็บตัวอย่างดินและความหนาแน่นของรถยนต์ที่แล่นผ่านถนนแต่ละสาย (สำนักอำนวยความปลอดภัย, 2558) แสดงใน Table 1 จากนั้นนำตัวอย่างดินที่เก็บได้มาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แยกเศษวัสดุและรากพืชที่มีขนาดใหญ่ออก บดดินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีบางประการของดิน

การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน

วิเคราะห์การแจกกระจายอนุภาคดินด้วยวิธีไปเปตต์ (pipette method) (Gee and Bauder, 1986) พีเอชดิน (soil pH) โดยใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ (1:1) แล้ววัดด้วยเครื่อง pH meter (Peech, 1945) อินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter) โดยใช้ปริมาณร้อยละของคาร์บอนอินทรีย์คูณ 1.724 (Walkley and Black, 1947) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity) โดยการชะแคตไอออนด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc (pH 7.0) (Chapman, 1965)

Table 1 Locations of studied areas and traffic density of the highways

Highway no.	Location	Traffic density (Vehicle-Kilometers, million V.K.)
2	Meuang, Nakhon Ratchasima	243
340	Sam Chuk, Suphanburi	109
344	Nong Yai, Chonburi	228
2090	Pak Chong, Nakhon Ratchasima	143
2256	Dankhuntod, Nakhon Ratchasima	77
2273	Muak Lek, Saraburi	44
3032	Doem Bang Nang Buat, Suphanburi	24
3245	Bo Thong, Chonburi	40
3365	Sam Chuk, Suphanburi	73

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในดิน

วิเคราะห์ปริมาณของธาตุโลหะทั้งหมดที่มีอยู่ในดินด้วยวิธี wet digestion ด้วยกรด HNO_3:$HClO_4$ อัตราส่วน 5:2 (v/v) (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) แล้ววิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) (Optima 8300, Perkin Elmer)

วิเคราะห์รูปของโลหะหนักในดินโดยใช้วิธีของ Maiz *et al.* (1997; 2000) โดยสกัดแบบสองลำดับขั้น (two-step sequential extractions) สกัดรูปของโลหะหนักในดิน 2 รูป ได้แก่ รูปที่เคลื่อนที่ได้ (mobile form) โดยใช้สารละลายสกัด 0.01M $CaCl_2$ อัตราส่วนดินต่อน้ำยาสกัดเท่ากับ 1:10 (w/v) เขย่าที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างดินมาสกัดรูปที่มีศักยภาพในการเคลื่อนที่ได้ (mobilisable form) โดยสารละลายสกัด 0.005M DTPA ที่ pH 7.3 อัตราส่วนดินต่อน้ำยาสกัดเท่ากับ 1:2 (w/v) เขย่าที่อุณหภูมิห้อง 4 ชั่วโมง จากนั้นวัดปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม นิกเกิล โครเมียม ทองแดง และสารหนู ซึ่งมักมีการปนเปื้อนในดินริมถนน (Pagotto *et al*., 2001; Christoforidis and Stamatis, 2009) ด้วยเครื่อง ICP-OES และนำผลที่ได้มาคำนวณหารูปที่ไม่สามารถเคลื่อนได้ (immobile form) ดังสมการ (1)

Immobile form = Total concentration – Mobile form – Mobilisable form (1)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 22.0 (IBM, USA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน

ดินบริเวณริมถนนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินทรายร่วน และมีค่าพีเอชดินอยู่ในพิสัย 6.81-7.93 (เป็นกลางถึงด่างปานกลาง) เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากวัสดุที่ใช้ทำถนน จึงทำให้มีเนื้อดินเป็นเนื้อดินหยาบ และมีพีเอชเป็นกลางถึงด่างปานกลาง ดินมีร้อยละของอินทรียวัตถุอยู่ในพิสัย 1.94-6.13 (ปานกลางถึงสูงมาก)

และมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในพิสัย 6.92-31.32 $cmol_c\ kg^{-1}$ (ค่อนข้างต่ำถึงสูง) เนื่องจากในบางบริเวณมีหญ้าขึ้นปกคลุมหนาแน่นจึงทำให้ดินมีอินทรียวัตถุและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง (Table 2)

Table 2 The average values of physical and chemical properties of roadside soils in this study

Highway no.	Soil texture	pH	OM (%)	CEC ($cmol_c\ kg^{-1}$)
2	Loamy Fine Sand	7.77	2.88	9.17
340	Sandy Clay Loam	7.09	1.94	31.32
344	Sandy Loam	7.45	4.07	8.92
2090	Sandy Loam	7.93	2.77	9.75
2256	Sandy Loam	7.29	2.06	10.50
2273	Sandy Loam	7.63	6.13	23.92
3032	Sandy Loam	7.46	5.37	25.57
3245	Loamy Fine Sand	6.81	4.72	11.75
3365	Sandy Loam	7.44	4.61	12.08

ชนิดและปริมาณของโลหะหนักในดินริมถนน

พบธาตุโลหะหนักในดินริมถนนที่ทำการศึกษา ได้แก่ เหล็ก (12.6-56.3 g kg^{-1}) แมงกานีส (0.4-1.3 g kg^{-1}) ไทเทเนียม (0.02-0.3 g kg^{-1}) สังกะสี (46.7-204.3 mg kg^{-1}) วาเนเดียม (30.4-109.2 mg kg^{-1}) โครเมียม (26.8-129.2 mg kg^{-1}) ตะกั่ว (5.9-45.3 mg kg^{-1}) ทองแดง (7.3-48.9 mg kg^{-1}) นิกเกิล (9.1-44.0 mg kg^{-1}) สารหนู (0-62.0 mg kg^{-1}) โคบอลต์ (4.8-21.6 mg kg^{-1}) พลวง (0.7-7.0 mg kg^{-1}) และแคดเมียม (0-2.0 mg kg^{-1}) ตามลำดับ (Table 3) โดยธาตุเหล็ก แมงกานีส และไทเทเนียมเป็นธาตุองค์ประกอบและสามารถพบในปริมาณมากในดิน จากผลการศึกษาปริมาณธาตุโลหะหนักทั้งหมดในดินริมถนนสอดคล้องกับการศึกษาของ Pagotto *et al*. (2001) Christoforidis and Stamatis (2009) และ Carrero *et al*. (2013) ที่มักจะพบธาตุสังกะสี โครเมียม ตะกั่ว นิกเกิล ทองแดง และแคดเมียมในดินริมถนน เนื่องจากเป็นธาตุที่ปลดปล่อยมาจากส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์ ทำให้พบการสะสมอยู่ในดินริมถนน

สหสัมพันธ์ของปริมาณธาตุโลหะหนักทั้งหมดในดินกับความหนาแน่นของรถยนต์และสมบัติดิน

จากการศึกษาพบว่าปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในดินริมถนนไม่มีสหสัมพันธ์กับความหนาแน่นของรถยนต์ เนื่องจากความหนาแน่นของรถยนต์บนถนนที่ทำการศึกษาอาจมีปริมาณใกล้เคียงกันและผลเนื่องจากจากวัสดุที่ใช้ทำถนน (ธาตุองค์ประกอบ) จึงทำให้เห็นความสัมพันธ์ได้ไม่ชัดเจน ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Silva *et al*. (2016) ที่รายงานว่าความหนาแน่นของรถยนต์มีความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะหนักในดินริมถนน นอกจากนี้ยังพบว่า ธาตุนิกเกิลมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวและค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (r=0.611** และ 0.398* ตามลำดับ) ธาตุทองแดงและสังกะสีมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณอินทรียวัตถุ (r=0.425* และ 0.546** ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chen *et al*. (2010) ที่รายงานว่าปริมาณธาตุทองแดงและสังกะสีมีความสัมพันธ์กับอินทรีย์คาร์บอนในดิน นอกจากนี้ธาตุโคบอลต์ ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว ไทเทเนียม และสังกะสีมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับพีเอชดิน (r=-0.491**, -0.474*, -0.487*, -0.382*, -0.457* และ -0.503* ตามลำดับ) (Table 4)

Table 3 The average values of total concentration of heavy metals in roadside soils

Highways no.	Fe	Mn	Ti	Zn	V	Cr	Pb	Cu	Ni	As	Co	Sb	Cd
	(--------g kg^{-1}-------)			(---------- mg kg^{-1} ----------)									
2	13.6	0.4	0.2	85.2	36.9	39.7	30.1	16.2	14.6	2.4	5.6	4.1	0.2
340	22.7	0.5	0.3	90.2	46.2	38.0	17.8	20.0	22.3	5.9	10.8	1.5	0.3
344	22.7	0.9	0.2	172.2	45.3	42.6	36.4	30.4	22.0	62.0	8.4	5.1	2.0
2090	19.3	0.4	0.2	53.4	92.5	129.2	7.7	17.2	25.7	13.3	6.1	7.0	0.7
2256	12.6	0.4	0.1	46.7	30.4	26.8	5.9	7.3	9.1	nd	4.8	3.3	nd
2273	23.7	0.9	0.02	87.0	50.6	76.0	9.2	24.0	44.0	9.7	11.8	4.3	0.5
3032	23.3	0.6	0.3	167.0	51.4	37.1	34.8	27.1	18.3	13.2	8.5	3.0	0.6
3245	56.3	1.3	0.3	204.3	109.2	77.5	45.3	48.9	23.5	61.4	21.6	3.1	1.8
3365	14.8	0.6	0.2	111.0	44.1	27.0	31.2	20.2	12.2	15.5	6.1	0.7	0.6

*nd = not detected

Table 4 Correlation of total heavy metals concentration with traffic density and soil properties for roadside soils in this study

Heavy metals	Traffic density (million V.K.)	Clay (%)	pH	OM (%)	CEC ($cmol_c$ kg^{-1})
Total Fe	-0.300	0.047	**-0.487***	0.221	0.156
Total Mn	-0.257	0.079	-0.353	0.377	0.125
Total Ti	-0.085	-0.041	**-0.457***	-0.136	0.143
Total Zn	-0.135	-0.174	**-0.503****	**0.546****	0.075
Total V	-0.208	-0.079	-0.197	0.172	-0.014
Total Cr	-0.018	0.182	0.075	0.167	0.068
Total Pb	0.051	-0.353	**-0.382***	0.368	-0.053
Total Cu	-0.188	0.040	**-0.474***	**0.425***	0.175
Total Ni	-0.120	**0.611****	-0.017	0.225	**0.398***
Total As	0.076	-0.349	-0.158	0.163	-0.252
Total Co	-0.330	0.252	**-0.491****	0.233	0.287
Total Sb	0.367	-0.220	0.256	0.164	-0.236
Total Cd	0.087	-0.306	-0.121	0.200	-0.211

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

รูปของโลหะหนักในดินริมถนน

รูปของโลหะหนักในดินที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 รูป ได้แก่ 1) รูปที่เคลื่อนที่ได้ (mobile form) 2) รูปที่มีศักยภาพในการเคลื่อนที่ได้ (mobilisable form) และ 3) รูปที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ (immobile form) จากการศึกษาพบว่าธาตุโลหะหนักในดินส่วนมากอยู่ในรูปที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ มีเพียงธาตุทองแดง ตะกั่ว สังกะสี และนิกเกิล ที่อยู่ในรูปที่มีศักยภาพในการเคลื่อนที่ได้สูงกว่าธาตุอื่นอย่างเห็นได้ชัด ส่วนรูปที่เคลื่อนที่ได้พบน้อยมากในทุกธาตุ (Figure 1) เนื่องจากรูปที่เคลื่อนที่ได้อาจเคลื่อนที่ไปกับน้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Pagotto *et al.* (2001) ที่ศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินริมถนนที่อยู่ใกล้กับทางหลวงชนบทในประเทศฝรั่งเศส พบว่ามีการปนเปื้อนของธาตุตะกั่ว สังกะสี และทองแดงในตัวอย่างดินบริเวณใกล้เคียงกับถนนสูง เนื่องจากอยู่ในรูปที่เคลื่อนที่ได้น้อย นอกจากนี้ยังพบแคดเมียมในปริมาณน้อยมาก และโครเมียมส่วนมากอยู่ในรูปที่ละลายได้ยาก (residual form)

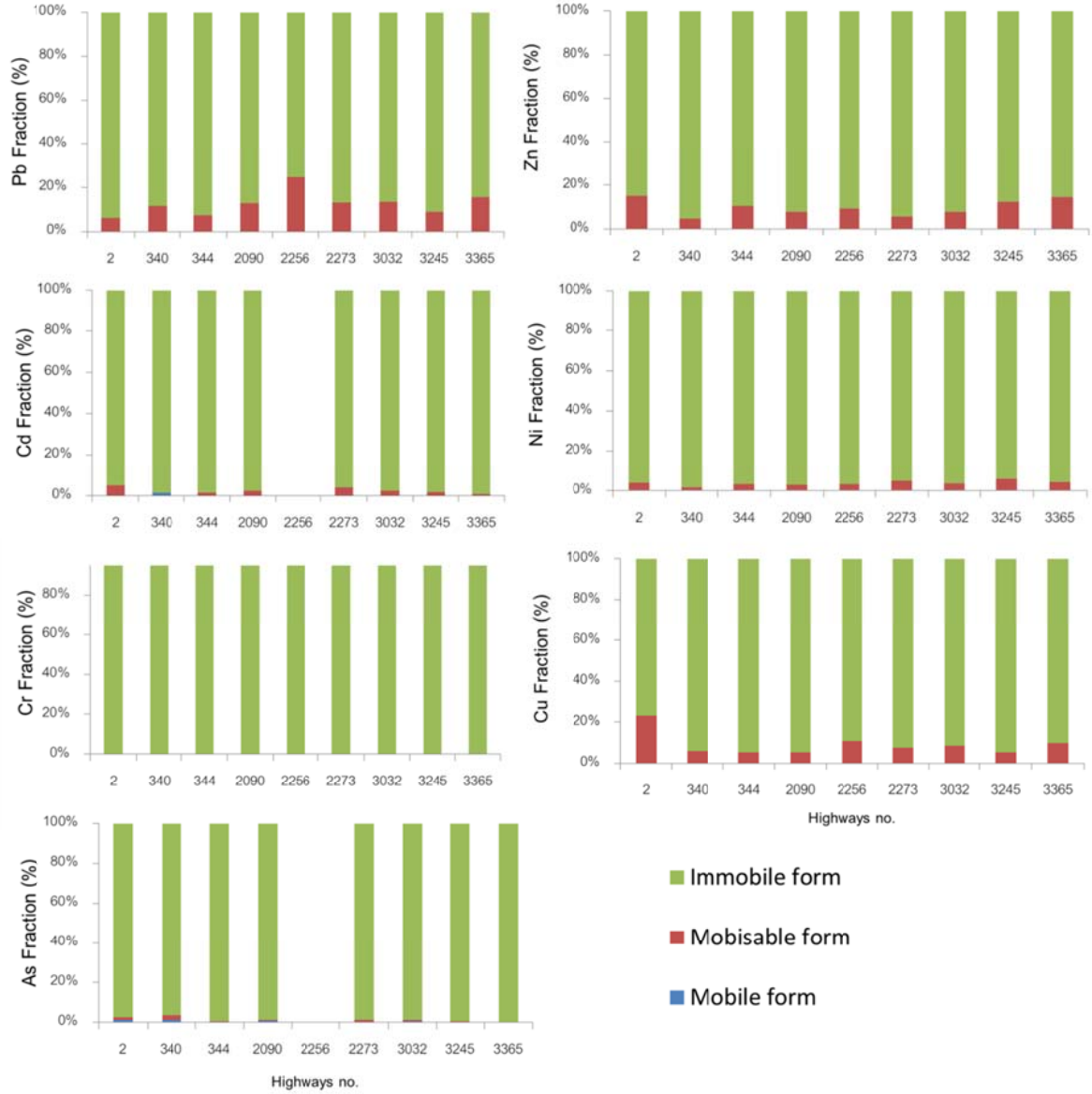


Figure 1 Forms of heavy metals of roadside soils in this study (As and Cd concentrations were not observed in Highway Number 2256)

สรุป

จากการศึกษาดินริมถนนทั้ง 9 สาย พบว่ามีปริมาณธาตุโลหะหนัก ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ไทเทเนียม สังกะสี วาเนเดียม โครเมียม ตะกั่ว ทองแดง นิกเกิล สารหนู โคบอลต์ พลวง และแคดเมียม ตามลำดับ ซึ่งพบว่าไม่มีสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในดินกับความหนาแน่นของรถยนต์ อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุนิกเกิล ทองแดง สังกะสี โคบอลต์ เหล็ก ตะกั่ว และไทเทเนียมมีสหสัมพันธ์กับสมบัติดินบางประการ เช่น ปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณอินทรียวัตถุ และพีเอชดิน เป็นต้น จากการศึกษารูปของธาตุโลหะหนักของธาตุตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม นิกเกิล โครเมียม ทองแดง และสารหนู ที่มักมีการปนเปื้อนในดินริมถนน พบว่าธาตุโลหะหนักเหล่านี้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ อย่างไรก็ตาม ธาตุตะกั่ว สังกะสี และทองแดงมีสัดส่วนของรูปที่มีศักยภาพในการเคลื่อนที่ได้สูงกว่าธาตุอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัย และพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชลาลัย เสน่ห์ทอง. 2551. **การแพร่กระจายของสังกะสี ตะกั่ว และแคดเมียมจากการจราจรในพื้นที่ผลิตผัก ขอบชุมชนเมือง จังหวัดสระบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **การวิเคราะห์ดินและพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักอำนวยความปลอดภัย. 2558. **แผนที่แสดงปริมาณการเดินทางบนทางหลวงปี พ.ศ. 2557**. สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

Adachi, K. and Y. Tainosho. 2004. Characterization of heavy metal particles embedded in tire dust. **Environment International** 30: 1009-1017.

Apeagyei, E., M.S. Bank and J.D. Spengler. 2011. Distribution of heavy metals in road dust along an urban-ruralgradient in Massachusetts. **Atmospheric Environment** 45: 2310-2323.

Carrero, J.A., I. Arrizabalaga, J. Bustamante, N. Goienaga, G. Arana and J.M. Madariaga. 2013. Diagnosing the traffic impact on roadside soils through a multianalyticaldata analysis of the concentration profiles of traffic-related elements. **Science of the Total Environment** 458-460: 427–434.

Chapman, H.D. 1965. Cation-exchange capacity. **Agronomy** 9: 891–901.

Chen, X., X. Xia, Y. Zhao and P. Zhang. 2010. Heavy metal concentrations in roadside soils and correlation with urban traffic in Beijing, China. **Journal of Hazardous Materials** 181: 640–646.

Christoforidis, A. and N. Stamatis. 2009. Heavy metal contamination in street dust and roadside soil along the major national road in Kavala's region, Greece. **Geoderma** 151: 257–263.

Councell, T.B., K.U. Duckenfield, E.R. Landa and E. Callender. 2004. Tire-wear particles as a source of zinc to the environment. **Environmental Science and Technology** 38: 4206-4214.

de Miguel, E., J.F. Llamas, E. ChacÓn, T. Berg, S. Larssen, O. Røyset and M. VADSET. 1997. Origin and patterns of distribution of trace elements in street dust: unleaded petrol and urban lead. **Atmospheric Environment** 31: 2733-2740.

Gee, G.W., and J.W. Bauder. 1986. **Particle-size analysis**. p. 383–411. *In* A. Klute (ed.) **Methods of soil analysis**. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Hjortenkrans, D.S.T., G. Bergbäck and V. Häggerud. 2007. Metal emissions from brake linings and tires: case studies of stockholm, sweden 1995/1998 and 2005. **Environmental Science and Technology** 41: 5224-5230.

Maiz, I., M.V. Esnaola and E. Millán. 1997. Evaluation of heavy metal availability in contaminated soils by a short sequential extraction procedure. **The Science of the Total Environment** 206: 107-115.

Maiz, I., I. Arambarri, R. Garcia and E. Millán. 2000. Evaluation of heavy metal availability in polluted soils by two sequential extraction procedures using factor analysis. **Environmental Pollution** 110: 3-9.

Nath, T.N. 2015. Assessment of heavy metals concentration deposited in roadside tea cultivated soil in Dibrugarh District of Assam, India. **Journal of Chemistry and Chemical Sciences** 5: 5-17.

Pagotto, C., N. Rémy, M. Legret and P. Le Cloirec. 2001. Heavy metal pollution of road dust and roadside soil near a major rural highway, **Environmental Technology** 22: 307-319.

Peech, M. 1945. Determinations of exchangeable cations and exchange capacity of soils rapid micromethods utilizing centrifuge and spectrophotometer. **Soil Science** 59: 25-28.

Silva, S.D., A.S. Ball, T. Huynh, and S.M. Reichman. 2016. Metal accumulation in roadside soil in Melbourne, Australia: Effect of road age, traffic density and vehicular speed. **Environmental Pollution** 208: 102-109.

Walkley, A. and I.A. Black. 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. **Soil Science** 63: 257.

Zhang, H., Z. Wang, Y. Zhang, M. Ding and L. Li. 2015. Identification of traffic-related metals and the effects of different environments on their enrichment in roadside soils along the Qinghai–Tibet highway. **Science of the Total Environment** 521–522: 160–172.

การตกค้างของสารไดยูรอนในดินที่ใช้ปลูกสับปะรด

Diuron Residue in Soils under Pineapple Cultivation

พงศกร ตันตะราวงศา[1] และ ดาวจรัส เกตุโรจน์[1*]

Phongsakon Tantarawongsa[1] and Daojarus Ketrot[1*]

บทคัดย่อ

ศึกษาการตกค้างของสารไดยูรอนในดินที่ใช้ปลูกสับปะรด โดยเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ปลูกสับปะรดของจังหวัดฉะเชิงเทรา ระยอง และชลบุรี วิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน และวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนในดิน โดยวิธีการสกัดด้วยเอทธิลอะซีเตท และวัดปริมาณความเข้มข้นของสารไดยูรอนด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ผลการศึกษาพบว่าดินที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบ (ดินร่วนปนทราย) ยกเว้นบริเวณที่ 1 (จังหวัดฉะเชิงเทรา) ที่เป็นดินเนื้อละเอียดปานกลาง (ดินร่วนเหนียว) ค่าพีเอชดินอยู่ในช่วง 3.53 – 4.90 ซึ่งเป็นกรดรุนแรงถึงกรดจัดมาก ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมาก (0.52 – 1.96 กรัมต่อกิโลกรัม) ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (1.18 – 3.14 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนในดินมีค่า 0.03 – 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับปริมาณอินทรียวัตถุ อนุภาคขนาดทรายแป้ง และอนุภาคขนาดดินเหนียว ($r = 0.79^{**}$, 0.78^{**} และ 0.66^{**} ตามลำดับ) และมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ($r = 0.63^{*}$) แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับอนุภาคขนาดทราย ($r = -0.76^{**}$)

ABSTRACT

The diuron residue in soils under pineapple cultivation was studied. Soil samples were collected from pineapple cultivation sites in Chachoengsao, Rayong and Chonburi provinces. The soil samples were analyzed for physical and chemical properties, and diuron concentrations. The diuron residue was extracted by ethyl acetate and its concentration was determined by gas chromatography. Result showed that most soil samples collected were medium-textured (sandy loam), except for those from site 1 (Chachoengsao province) that was moderately fine-textured (clay loam). Soil pH was extremely acid to very strongly acid with values in the range of 3.53 – 4.90. Soil organic matter content was very low (0.52–1.96 g kg^{-1}) and cation exchange capacity was very low to low (1.18 – 3.14 $cmol_c$ kg^{-1}). The concentration of diuron left in the soils was in the range of 0.03 – 0.13 mg kg^{-1}. The amount measured in these soils had a statistically significant positive correlation with soil organic matter, silt and clay contents and also with cation exchange capacity ($r = 0.79^{**}$, 0.78^{**}, 0.66^{**} and 0.63^{*}, respectively). However, it was negatively correlated with sand content ($r = -0.76^{**}$).

Key Words: diuron, diuron residue, soils, pineapple

* Corresponding author; e-mail address: fagrdrk@ku.ac.th

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

สับปะรด (*Ananas comosus*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ ประเทศไทยส่งออกสับปะรดเป็นอันดับสองของโลก มีมูลค่าในการส่งออก 2.3 ล้านตัน ในปี 2556–2557 (Food and Agriculture Organization, 2015) วัชพืชถือได้ว่าเป็นปัญหาที่มีความสำคัญมากในการปลูกสับปะรด เกษตรกรมักใช้สารเคมีในการควบคุมวัชพืช เนื่องจากเป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่าย สะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีอื่น สารไดยูรอนเป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรนิยมใช้กำจัดวัชพืชในแปลงสับปะรด เช่น หญ้าตีนนก หญ้าตีนกา หญ้านกสีชมพู หญ้าชนิดต่าง ๆ และวัชพืชใบกว้าง โดยทำการฉีดพ่นไปโดยตรงที่วัชพืช ทั้งแบบก่อนหรือหลังวัชพืชงอก (ทศพล, 2554) ซึ่งอาจทำให้เกิดการตกค้างในดินได้ นอกจากนี้การใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชอย่างไม่ถูกวิธีของเกษตรกร เช่น การใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชในปริมาณที่มากเกินคำแนะนำ และการผสมสารป้องกันกำจัดวัชพืชหลายชนิดรวมกัน สามารถเป็นที่มาที่ทำให้เกิดการสะสมในสิ่งแวดล้อมทั้งดิน น้ำ อากาศ ทั้งทางตรงและทางอ้อม มีการรายงานการตกค้างของไดยูรอนในดินของพื้นที่การเกษตรจากประเทศเคนย่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.26–2.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Muendo *et al*., 2012) สำหรับประเทศไทยการศึกษาการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชยังมีอยู่น้อย จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตกค้างของไดยูรอนในดินที่ใช้ปลูกสับปะรด เพื่อเป็นองค์ความรู้และเป็นข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการจัดการต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บและเตรียมตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกสับปะรดของเกษตรกรในจังหวัดฉะเชิงเทรา 2 บริเวณ (บริเวณที่ 1 และ 2) ระยอง 2 บริเวณ (บริเวณที่ 3 และ 5) และชลบุรี 1 บริเวณ (บริเวณที่ 4) ตามลำดับ ในช่วงที่สับปะรดอายุมากกว่า 10 เดือน หรือหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งมีการฉีดพ่นสารไดยูรอนในแต่ละพื้นที่ไปแล้วเป็นระยะเวลามากกว่า 4 เดือน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณละ 3 ซ้ำ (ประมาณ 1 กิโลกรัม/ตัวอย่าง) ที่ระดับความลึกเท่าชั้นไถพรวน (Ap) (พื้นที่เก็บตัวอย่างดินในแต่ละบริเวณประมาณ 3 ไร่) แบ่งตัวอย่างดินออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน โดยนำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม บดละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และ 0.5 มิลลิเมตร ส่วนที่สองนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างของสารกำจัดวัชพืชไดยูรอนซึ่งต้องเก็บรักษาตัวอย่างดินที่อุณหภูมิน้อยกว่า 4 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการย่อยสลายของสารกำจัดวัชพืชไดยูรอนรายละเอียดของที่ตั้ง ระยะเวลาที่ฉีดพ่นสารไดยูรอน และความลึกของดินแสดงใน Table 1 และสภาพพื้นที่ที่ทำการศึกษาแสดงใน Figure 1

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

วิเคราะห์การแจกกระจายอนุภาคดิน (soil particle size distribution) ด้วยวิธีปิเปตต์ (pipette method) (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) พีเอชดิน (soil pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 แล้ววัดค่าด้วยเครื่อง pH meter (National Soil Survey Center, 1996) คาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon) โดยใช้วิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934) แล้วคำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter) (Organic matter = Organic carbon x 1.724) และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation

exchange capacity: CEC) โดยใช้การชะละลายแคตไอออนด้วยสารละลาย 1 M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Chapman, 1965)

Table 1 Location, duration after diuron being used and depth of soil sample collected for the study.

Site	Location	Duration after diuron being used	Depth of soil (Ap)
1	Lat-Krathing, Sanam-Chai-Khet District, Chachoengsao	> 4month	20 cm
2	Nong-Mai-Kaen, Sanam-Chai-Khet District, Chachoengsao	> 4month	20 cm
3	Ta-Sit, Pluak-Daeng District, Rayong	> 4month	20 cm
4	Khlong-Kiu, Ban-Bueng District, Chonburi	> 4month	20 cm
5	Ta-Sit, Pluak-Daeng District, Rayong	> 4month	20 cm

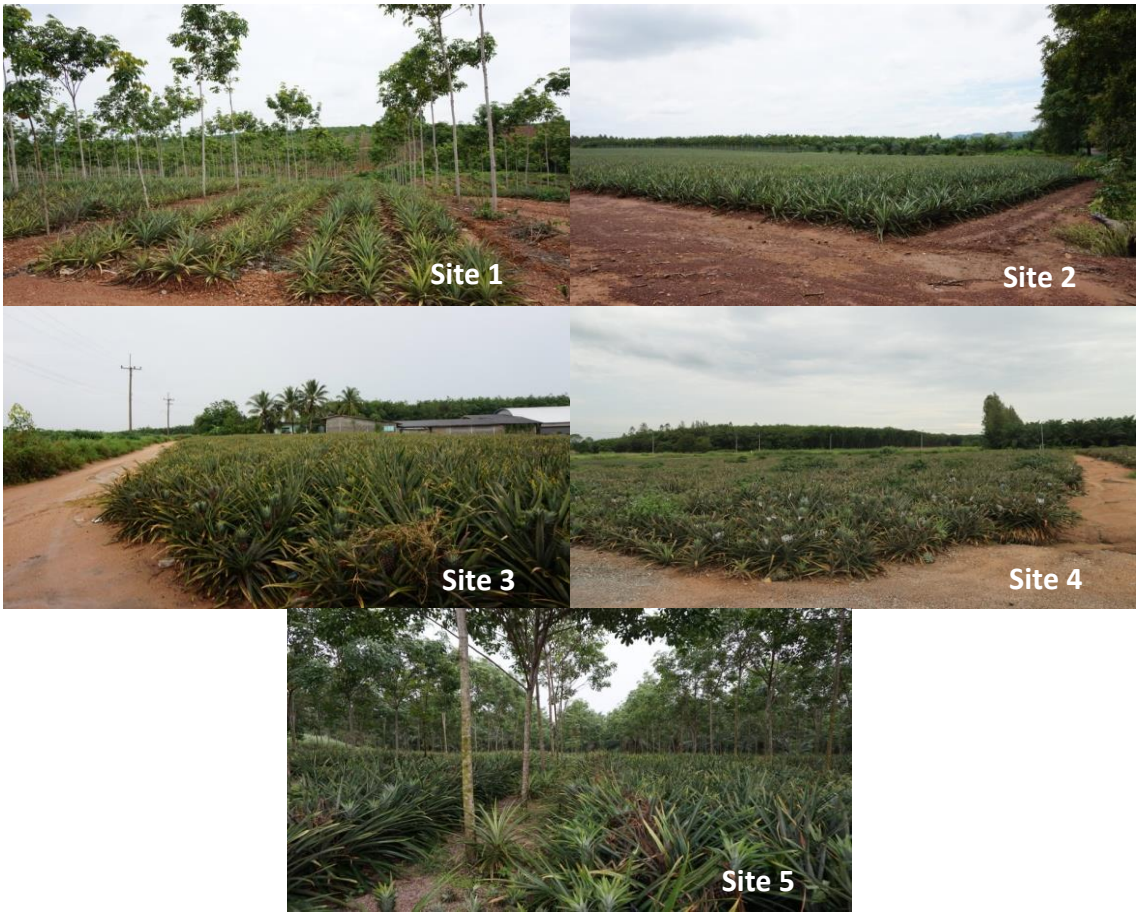


Figure 1 The overview of sampling sites in this study.

การสกัดและวิเคราะห์สารตกค้างไดยูรอนในดิน

ชั่งตัวอย่างดิน 20 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่เติมเอทธิลอะซีเตทปริมาตร 75 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 4 ชั่วโมงที่ 210 รอบต่อนาที กรองตัวอย่างผ่านกระดาษกรองที่มีโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) แล้วชะด้วยเอทธิลอะซีเตทปริมาตร 20 มิลลิลิตร อีก 2 ครั้ง นำตัวอย่างไประเหยแล้วปรับปริมาตรให้ได้สารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารไดยูรอนด้วยเครื่อง gas chromatography (GC) โดยใช้ตัวตรวจวัดประเภท Nitrogen phosphorus detector เนื่องจากโครงสร้างของไดยูรอนมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินที่ใช้ปลูกสับปะรดจำนวน 5 บริเวณ พบว่าดินที่ทำการศึกษาส่วนมากเป็นดินเนื้อหยาบคือ ดินร่วนปนทราย (sandy loam) ยกเว้นในบริเวณที่ 1 ที่เป็นดินเนื้อละเอียดปานกลางคือ ดินร่วนเหนียว (clay loam) ดินมีความเป็นกรดรุนแรงถึงกรดจัดมาก (พีเอชดินมีค่า 3.53 – 4.90) ซึ่งค่าพีเอชดินที่ต่ำอาจเป็นผลเนื่องมาจากการที่เกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในแปลงปลูกสับปะรดติดต่อกันเป็นระยะเวลานานและจากคุณสมบัติของตัวดินเอง ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก (0.52 – 1.96 กรัมต่อกิโลกรัม) และมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก (1.18 – 3.14 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับเนื้อดิน ที่เป็นดินในกลุ่มดินเนื้อหยาบซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ และโดยทั่วไปค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินจะขึ้นอยู่กับชนิดของคอลลอยด์ดิน ปริมาณของดินเหนียวและอินทรียวัตถุในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) (Table 2)

ปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนในดินที่ทำการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่ามีปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนในดินที่ทำการศึกษาอยู่ในช่วง 0.03 – 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยบริเวณที่มีปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนสูงที่สุดคือบริเวณที่ 1 (0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนในบริเวณที่ 2, 3 และ 5 มีปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนเท่ากัน คือ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในบริเวณที่ 5 มีปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนน้อยที่สุดเท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนในดินที่ทำการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ เวิงนภรณ์ และคณะ (2554) ที่ทำการศึกษาการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกสับปะรด โดยพบว่าเมื่อปลูกสับปะรดจนถึงระยะเก็บเกี่ยวประมาณ 14 เดือน มีปริมาณสารไดยูรอนตกค้างในดินเท่ากับ 0.057 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน

Table 2 The average values of physical and chemical properties of soils and diuron concentration

Site	Soil Texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH (H_2O)	Soil Organic matter ($g\ kg^{-1}$)	CEC ($cmol_c\ kg^{-1}$)	Diuron concentration ($mg\ kg^{-1}$soil)
1	Clay loam	36.6 ± 2.6	26.6 ± 2.4	36.8 ± 3.1	4.12 ± 0.20	1.96 ± 0.31	3.14 ± 0.38	0.13 ± 0.04
2	Sandy loam	77.3 ± 3.5	7.1 ± 3.0	15.6 ± 2.4	4.90 ± 0.16	1.08 ± 0.26	1.99 ± 0.2	0.05 ± 0.04
3	Sandy loam	74.8 ± 5.9	12.5 ± 2.9	12.7 ± 3.7	3.53 ± 0.43	0.60 ± 0.06	1.60 ± 0.21	0.05 ± 0.02
4	Sandy loam	78.9 ± 1.3	8.8 ± 3.4	12.3 ± 2.2	3.70 ± 0.40	0.52 ± 0.16	1.55 ± 0.22	0.03 ± 0.02
5	Sandy loam	75.0 ± 11.9	11.0 ± 9.0	14.0 ± 2.8	4.14 ± 0.02	0.80 ± 0.26	1.18 ± 0.15	0.05 ± 0.02

left in soils under pineapple cultivation.

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนกับสมบัติดิน

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับปริมาณอินทรียวัตถุ อนุภาคขนาดทรายแป้ง และอนุภาคขนาดดินเหนียว ($r = 0.79^{**}$, 0.78^{**}และ 0.66^{**} ตามลำดับ) และมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ($r = 0.63^{*}$) แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับอนุภาคขนาดทราย ($r = -0.76^{**}$) นอกจากนี้ปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนไม่มีสหสัมพันธ์กับค่าพีเอชของดินซึ่งผลจากการศึกษาข้างต้นสอดคล้องกับการศึกษาของ Liu *et al*. (2010) ที่พบว่าดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุมากจะสามารถดูดซับสารไดยูรอนได้สูง (> 70%) นอกจากนี้ Alber *et al.* (2008) พบว่าปริมาณอะโรมาติกคาร์บอนของอินทรียวัตถุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณการดูดซับของไดยูรอนด้วย Fernandez-Bayo *et al*. (2008) พบว่าปริมาณอนุภาคดินเหนียวที่เพิ่มมากขึ้นทำให้การดูดซับของสารไดยูรอนมีค่าเพิ่มมากขึ้นและเช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Wang *et al.* (2009) ที่ศึกษาการดูดซับของสารไดยูรอนกับอนุภาคต่าง ๆ ของดิน พบว่าอนุภาคขนาดดินเหนียวมีผลต่อการดูดซับมากกว่าอนุภาคดินขนาดอื่น ๆ เนื่องจากอนุภาคขนาดดินเหนียวมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ พื้นที่ผิวจำเพาะ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมากซึ่งช่วยในการดูดซับสารไดยูรอน นอกจากนี้ Fernandez-Bayo *et al*. (2008) ยังพบว่าดินทรายจะจำกัดการดูดซับของสารไดยูรอนเนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ต่ำและมีปริมาณอนุภาคขนาดทรายที่สูง (Figure 2)

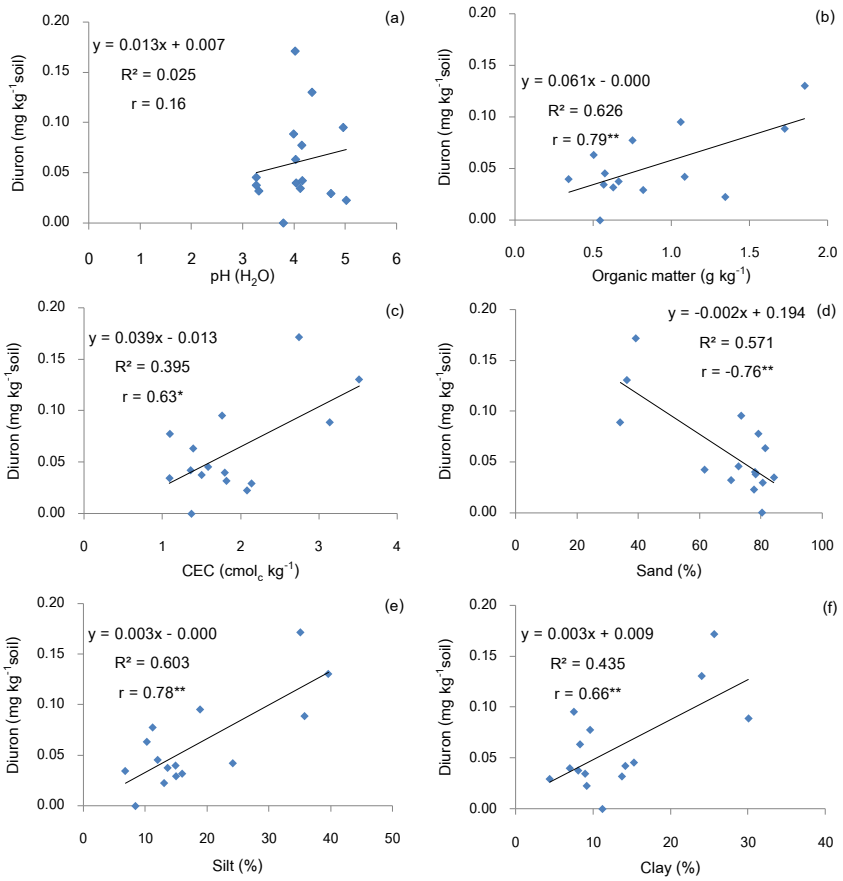


Figure 2 Correlation between diuron residue in soils (mg kg^{-1}) and soil properties: (a) pH; (b) soil organic matter; (c) CEC; (d) sand content; (e) silt content; (f) clay content.

** Significant at P <= 0.01, ** Significant at P <= 0.05

สรุป

ปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนในดินที่ใช้ปลูกสับปะรดในการศึกษาครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วง 0.03 - 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนในดินมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณอินทรียวัตถุ อนุภาคขนาดทรายแป้ง อนุภาคขนาดดินเหนียว และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับอนุภาคขนาดทราย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการตกค้างของสารไดยูรอนจะขึ้นกับสมบัติดินหลายประการ แต่อย่างไรก็ตามไม่พบว่าปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนในดินมีสหสัมพันธ์กับค่าพีเอชดิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยปัจจัยผลผลิตทางทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจวัดสารกำจัดวัชพืชไดยูรอน และขอขอบคุณทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทศพล พรพรหม. 2554. **สารกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกลการทำลาย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เริงนภรณ์ โม้พวง, สมชาติ หาญวงษา, ยรรยง เฉลิมแสน, คชรัตน์ ทองฟัก และนันทยา เก่งเขตร์กิจ. 2554. ผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในสับปะรดและแปลงปลูกสับปะรด. **ว. วิทย์. กษ**. 42(2): 257-260.

Alber, C.N., G.T. Banta, P.E. Hansen and O.S. Jacobsen. 2008. Effect of different humic substances on the fate of diuron and its main metabolite 3, 4-dichloroaniline in soil. **Environ. Sci. Technol.** 42(23): 8687-8691.

Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties.** 2nd ed Soc. of Agron. Inc. Madison, Wisconsin.

Day, P.R. 1965. Particle fraction and particle size analysis, pp. 545-567. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part I.** 2nd ed. Agronomy No. 9. Amer. Soc. of Agon. Inc., Madison, Wisconsin.

Fernandez-Bayo, J.D.F., R. Nogales and E. Romero. 2008. Evaluation of the sorption process for imidacloprid and diuron in eight agricultural soils from Southern Europe using various kinetic models. **J. Agric. Food Chem.** 56(13): 5266-5272.

Food and Agriculture Organization. 2015. **Producer prices of top 5 producers of the selected commodity: Pineapple.** AvailableSource:http://faostat3.fao.org/browse/P/PP/E, January 5, 2016.

Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soils. **Soil Sci.** 68: 15-24.

Liu, Y., Z. Xu, X. Wu, W. Gui and G. Zhu. 2010. Adsorption and desorption behavior of herbicide diuron on various Chinese cultivated soils. **Journal of Hazardous Materials** 178: 462-468.

Muendo, B.M., J.O. Lalah and Z.M. Getenga. 2012. Behavior of pesticide residues in agricultural soil and adjacent River Kuywa sediment and water samples from Nzoia sugarcane belt in Kenya. **Environmentalist**. 32:433-444.

National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Methods Manual.** Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Conservation Service, USDA.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-38.

Wang, P. and A.A. Keller. 2009. Sorption and desorption of atrazine and diuron onto water dispersible soil primary size fraction. **Water Res**. 43: 1448-1456.

ผลของช่วงเวลาในการปลูกข้าวต่อพัฒนาการของข้าวขาวดอกมะลิ105 ในการปลูกข้าวนาโยนอินทรีย์ในพื้นที่นาน้ำฝน

Influence of transplantation time on KDML105 rice development of organic rice parachute transplantation in rainfed area.

ธีรวุฒิ ลาภตระกูล[1*], สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล[2], ทรงพล คูณศรีสุข[1] และ แสงชัย เอกประทุมชัย[2]

Teerawut Laptrakoon[1*], Sudarut Tripetchkul[2], Songpon Koonsrisuk[1] and Saengchai Akeprathumchai[2]

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ปริมาณฝนที่ตกไม่สม่ำเสมอและฝนทิ้งช่วง ส่งผลให้ระยะเวลาเริ่มทำนาน้ำฝนล่าช้าไปจึงอาจส่งผลกระทบต่อพัฒนาการและผลผลิตข้าว การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาในการปลูกข้าวแบบนาโยนในพื้นที่นาน้ำฝนต่อพัฒนาการและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 การทดลองปลูกข้าว 3 ช่วงคือ ปี พ.ศ.2554 (มิถุนายน-พฤศจิกายน), พ.ศ. 2557 (กรกฎาคม-พฤศจิกายน) และ พ.ศ. 2558 (สิงหาคม-พฤศจิกายน) จากการติดตามพัฒนาการของข้าวพบว่า ข้าวที่ปลูกเร็วในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนมิถุนายน) มีความสูงในช่วงเก็บเกี่ยวข้าว จำนวนต้น/กอ และผลผลิตสูงกว่าข้าวที่ปลูกในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวที่ปลูกในช่วงเดือน กรกฎาคม-พฤศจิกายน และ สิงหาคม-พฤศจิกายน มีจำนวนต้น/กอ เปอร์เซ็นจำนวนรวง/กอ (%panicle/hill) และจำนวนช่อดอก/รวง (No.spikelet/panicle) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ข้าวที่ปลูกในเช่วงเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายนมีจำนวนเมล็ดข้าวต่อรวง (No.grain/panicle) สูงกว่าข้าวที่ปลูกในช่วงเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน

ABSTRACT

Climate change causes irregular raining pattern, infrequent rainfall and prolong drought leading to a delay in rice plantation and, subsequently, adversely affected development and yield of rice. The aim of this study was to examine the effect of transplanting time on development and yield of organic parachute transplanted KDML105 rice. Rice transplantation was divided into 3 periods: June-November in 2011, July-November in 2014 and August-November 2015. The result showed that early transplantation of rice, particularly in June, led to significantly better rice height at harvest, number of tiller and yield than those obtained with rice transplanted in July and August. Further, for rice transplanted in July (2014) and August (2015), number of tiller, %panicle/hill, spikelet number/panicle were not significantly different; however, transplantation of rice during July-November in 2014 yielded higher number rice grain per panicle than those transplanted during August-November of 2015.

Keywords: Climate change, rice (KDML105), yield, parachute transplanting, transplanting time

*Corresponding author; e-mail address: heartz_tong@hotmail.com

[1]สภาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[1]Pilot Plant Development and Training Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

[2]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[2]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากภาวะโลกร้อนส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณและการกระจายของฝน ตลอดจนความถี่และความรุนแรงของความแห้งแล้งเปลี่ยนแปลงส่งผลกระทบอย่างมากต่อระบบการทำเกษตรกรรมที่ต้องอาศัยน้ำจากธรรมชาติเป็นอย่างมาก (โครงการอนุวัตอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ) โดยเฉพาะข้าวนาปีซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่ต้องการน้ำในระหว่างการปลูกสูง (ประมาณ 600-1,000 ลบ.ม./ไร่) (วีระชัย และคณะ, 2554)

ประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกข้าวประมาณ 80.7 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 53.1 ของพื้นที่ทำการเกษตรของไทย แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาปี ประมาณ 64.6 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 80 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดของประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) การปลูกข้าวนาปีจำเป็นต้องอาศัยน้ำจากฝนที่ตกลงมาให้มีปริมาณมากพอจึงทำการไถและเพาะปลูก เมื่อฝนเริ่มตกชาวนาที่ทำนาดำจะเริ่มเพาะกล้าเพื่อให้ข้าวโตประมาณ 30-45 วัน (ในช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม) เมื่อฝนตกต่อเนื่องมากขึ้นจึงถอนกล้าและนำไปปักดำต่อ (ในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม) ถ้าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาไม่เพียงพอทำให้การปลูกล่าช้าทำให้ผลผลิตข้าวลดลง สำหรับนาหว่านจะทำการหว่านเมล็ดข้าวลงในแปลงนา (ในช่วงเดือนกรกฎาคม) ในช่วงนี้ถ้าฝนตกหนักจะทำให้ข้าวเน่าและไม่งอก ถ้าฝนทิ้งช่วงนานเกินไป (ประมาณ 1-2 สัปดาห์) ต้นข้าวก็จะไม่สมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลหรือฝนทิ้งช่วงส่งผลกระทบต่อการติดเมล็ด ความมีชีวิตของละอองเกสร ความยาวรวงของข้าว และผลผลิตข้าว (พลประชา และคณะ, 2559) จากการใช้แบบจำลองในการทำนายผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ที่ปลูกแบบนาดำและแบบนาหว่านที่ปลูกช่วงเวลาแตกต่างกัน พบว่าผลผลิตข้าวในการปลูกแบบนาดำมีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่ำกว่าการปลูกแบบนาหว่าน (Phuphak and Bouman, 2008) จินตนา และคณะ (2548) รายงานว่า การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ105 แบบปักดำในช่วงต้นฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม จะให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าเดือนสิงหาคม

การทำนาโยนถือเป็นรูปแบบการทำนาที่มีขั้นตอนอยู่ระหว่างการทำนาดำและนาหว่าน โดยมีการเพาะกล้าในถาดหลุมพลาสติกก่อนและย้ายกล้าลงแปลงนาซึ่งคล้ายกับนาดำ เมื่อถอนกล้าจึงทำการโยนกล้าลงในแปลงนาซึ่งคล้ายกับนาหว่าน การทำนาโยนมีการเพาะกล้าลงในถาดหลุมพลาสติก (ประมาณ 8-14 วัน) และนำไปโยนลงในแปลงนาข้าว ด้วยระยะเวลาการเพาะกล้าที่สั้นสามารถดูแลได้อย่างทั่วถึง และมีความยืดหยุ่นในการย้ายกล้าลงในแปลงนาเพื่อรอปริมาณน้ำฝนให้เพียงพอ ในปัจจุบันเกษตรกรจึงนิยมปลูกข้าวแบบนาโยนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามอิทธิพลของฝนทิ้งช่วงหรือฝนตกหนักต่อผลกระทบพัฒนาการของข้าวในระบบปลูกข้าวแบบนาโยนมีการศึกษาน้อยมาก ดังนั้นการศึกษานี้จะศึกษาอิทธิพลของช่วงเวลาในการปลูกข้าวนาน้ำฝนแบบนาโยนอินทรีย์ต่อพัฒนาการของข้าวขาวดอกมะลิ105 และผลผลิตข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา:

แปลงสาธิต ณ หมู่บ้านหินแร่ ต.ท่ากระดาน อ.สนามชัยเขต จ.ฉะเชิงเทรา โดยดินที่ใช้ในการปลูกข้าวเป็นดินร่วนปนทรายซึ่งมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด ประมาณ 0.14%, 12.6 ppm และ 28.2 ppm ตามลำดับ การทดลองปลูกข้าวนาน้ำฝนแบบนาโยนเป็นระยะเวลา 3 ปี ได้แก่ ปีพ.ศ. 2554, 2557 และ 2558 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน ณ สถานี 423301 อ.สนามชัยเขต จ.ฉะเชิงเทรา ของกรมอุตุนิยมวิทยา (2558) พบว่า ปี พ.ศ. 2554 และ 2557 ฝนเริ่มตกตั้งแต่เดือนมิถุนายน มีจำนวนวันที่ฝนตก/เดือนในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมประมาณ 19-22 วัน ในขณะที่ปี พ.ศ. 2558 จำนวนวันที่ฝนตก/เดือน ในช่วงเวลาเดียวกันต่ำกว่าคือประมาณ 13 วัน ในทั้ง 3 ปี ฝนเริ่มตกมากและต่อเนื่องในช่วงเดือนกันยายน หลังจากนั้นฝนจึงเริ่มตกน้อยและห่างขึ้นในช่วงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน ตามลำดับ (Table 1) จากการกระจายของฝนดังกล่าวเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาจึงเริ่มปลูกข้าวในช่วงเดือนที่แตกต่างกัน โดยในปี พ.ศ. 2554, 2557 และ 2558 เกษตรกรทำการปลูกข้าวในช่วง 15 มิถุนายน.-16 พฤศจิกายน, 28 กรกฎาคม-26 พฤศจิกายน และ 10 สิงหาคม-25 พฤศจิกายน ตามลำดับ

Table 1 Rainfall and Number of rainy days in years 2011, 2014 and 2015

Year \ month		June	July	August	September	October	November	average
2011	Rainfall (ml)	147.3	208.8	254.4	362.8	164.8	15.6	192.3
	Number of rainy days	19	22	21	23	16	4	17.5
2014	Rainfall (ml)	180.8	167.7	191.2	313.7	182.1	101.3	189.5
	Number of rainy days	21	21	24	21	14	7	18.0
2015	Rainfall (ml)	137.1	167.2	102.9	381.3	166.5	136	181.8
	Number of rainy days	13	13	15	20	12	8	13.5

อุปกรณ์และวิธีการ

การปลูกข้าวเริ่มจากการเตรียมดินโดยการไถดะเพื่อกำจัดวัชพืชก่อนการปลูกข้าวประมาณ 30-40 วัน เมื่อฝนเริ่มตกอย่างต่อเนื่องจึงเพาะกล้า และขังน้ำในแปลงนาความสูงประมาณ 20-30 เซนติเมตร จึงไถแปรและตีเทือกให้ดินเป็นตมก่อนการโยนกล้าประมาณ 1-2 วัน การเตรียมกล้าทำโดยเพาะเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในถาดหลุมพลาสติกประมาณ 3 เมล็ด/หลุม ทำการย้ายกล้าเมื่ออายุกล้าประมาณ 10-14 วัน โดยมีระยะห่างในการปลูกประมาณ 25*25 เซนติเมตร การดูแลรักษาระหว่างปลูกโดยการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพทุก 14 วัน และหยุดฉีดพ่นในช่วงข้าวตั้งท้องหรือประมาณเดือนตุลาคม และเก็บเกี่ยวข้าวประมาณเดือนพฤศจิกายน การทดลองเป็นแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยมีการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและ

ผลผลิตข้าวที่ปลูกในช่วงเวลาต่างกันของแต่ละปี การปลูกข้าวในแต่ละปีมีจำนวน 3 แปลง แต่ละแปลงขนาด 4 x 5 เมตร แต่ละแปลงทำการติดตามการเจริญเติบโตของข้าวจำนวน 10 กอ ในด้านความสูง จำนวนต้น/กอ และการเกิดโรคและแมลง (การสังเกต) นับจำนวนรวงข้าว/กอ นับจำนวนช่อดอก/รวงข้าว จำนวนเมล็ด/รวงข้าว สัดส่วนเมล็ดดี (%) น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด และผลผลิตข้าว วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม MINITAB14 ในการหาค่าความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้วิธี LSD (Fisher's Least Significant Difference)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของต้นข้าว

จาก Table 2 พบว่าข้าวที่เริ่มปลูกช้า (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557) มีการเจริญเติบโตด้านความสูงใกล้เคียงกันกับข้าวที่เริ่มปลูกเร็วกว่า (เดือนมิถุนายนและเดือนกรกฎาคม) ในช่วงเดือนกันยายน เมื่อเก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน ความสูงของต้นข้าวในชุดทดลองที่เริ่มปลูกข้าวเร็ว (มิถุนายน พ.ศ. 2554) สูงกว่าชุดทดลองที่เริ่มปลูกช้า (กรกฎาคม พ.ศ. 2557 และสิงหาคม พ.ศ. 2558) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

Table 2 Plant height in years 2011, 2014 and 2015 when transplants 3 planted in different period

Month / Year	Rice height (cm/hill)					
	June	July	August	September	October	November
2011	8±2	-	41.5±2.8^{a} *	59.8±8.8^{ns} *	-	146.4±15^{a}
2014	-	8±2	37.7±3.2^{a} *	49.5±3.7^{ns} *	88.8±6.1^{ns} *	111.7±7.1^{b}
2015	-	-	9.6±2.3^{b}	50.0±4.1^{ns}	102.0±8.3^{ns} *	127.4±5.8^{ab}

* This period is disease and pest damaged highest

± = Standard error, ns = Not significant at $p<0.05$, a, b, ab = Means in the column with the same litters are not significant difference at $p<0.05$

จาก Table 3 พบว่า ในทุกชุดทดลองข้าวมีการแตกกอสูงสุดประมาณเดือนกันยายน ทั้งนี้ข้าวที่ปลูกเร็วคือตั้งแต่เดือนมิถุนายนมีจำนวนต้นต่อกอสูงกว่าข้าวที่ปลูกล่า (เดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) แสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวเร็วจะทำให้ข้าวมีระยะเวลาในการเจริญเติบโตและแตกกอได้มากกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากช่วงเวลาการปลูกข้าวเร็ว (เดือนมิถุนายน) ซึ่งเป็นช่วงแสงยาวที่มีช่วงแสงเวลากลางวันมากกว่า 12 ชั่วโมง ทำให้ข้าวมีการแตกกอมากกว่าการปลูกข้าวช้า (เดือนกรกฎาคมและสิงหาคม) ในช่วงปลายเดือนกรกฎาคมและสิงหาคมช่วงแสงเริ่มสั้นลง (ช่วงแสงเวลากลางวันน้อยกว่า 12 ชั่วโมง) ข้าวจะเริ่มหยุดการเจริญเติบโตด้านความสูงและพัฒนาเข้าสู่ช่วงการแตกกอ (อายุข้าวต้องมากกว่า 30 วัน) และการกำเนิดช่อดอก (เดือนกันยายน) (นันทิยา, 2554)

Table 3 Number of tiller/hill of transplanted rice in years 2011, 2014 and 2015

Month / Year	No. of Tillers/hill					
	June	July	August	September	October	November
2011	4±2	-	8.6±2.4 [a] *	26.8±9.3 [a] *	-	27±7.7 [a]
2014	-	4±2	9.0±3.2 [a] *	12.0±4.4 [b] *	8.1±1.4 [ns] *	8.7±1.5 [b]
2015	-	-	6±1.4 [b]	12.8±2.9 [b]	8.4±2.5 [ns] *	8.6±2.7 [b]

* This period is disease and pest damaged highest

± = Standard error, ns = Not significant at $p<0.05$, a, b = Means in the column with the same litters are not significant difference at $p<0.05$

องค์ประกอบของผลผลิต

จากการตรวจวัดจำนวนรวงข้าวและเมล็ดข้าว รวมทั้งน้ำหนักเมล็ดข้าว (Table 4) พบว่า เปอร์เซ็นต์จำนวนรวง/กอ จำนวนช่อดอก/รวง และ น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด ของข้าวที่ปลูกในเดือนกรกฎาคม (2557) และ สิงหาคม (2558) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้จำนวนเมล็ด/รวง ของชุดทดลองที่ปลูกข้าวในเดือนกรกฎาคม (2557) สูงกว่าชุดทดลองที่ปลูกในเดือนสิงหาคม (2558) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลผลิตข้าวของชุดทดลองที่เริ่มปลูกในเดือนกรกฎาคม มีแนวโน้มสูงกว่าชุดทดลองที่เริ่มปลูกในเดือนสิงหาคม ทั้งนี้อาจเนื่องจากปี พ.ศ. 2557 ในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงข้าวแตกกอ มีฝนตกติดต่อกันและมีการระบาดของ โรคใบไหม้และใบด่าง รวมทั้งหนอนม้วนใบข้าว ซึ่งอาจมีผลทำให้สัดส่วนเมล็ดข้าวดีและน้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ดลดลง ส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลง ทั้งนี้ วรรณพรรณ (2552); Islam and Karim. (1997); Savary, *et al*. (2005); Dong, *et al*. (2010) ได้รายงานไว้เช่นกันว่าการระบาดของโรคและแมลงมีผลต่อลักษณะและผลผลิตข้าว

Table 4 Yield and yield components of transplanted rice in years 2011, 2014 and 2015

Treatment	Panicle/hill (%)	No. spikelet/panicle	Seed setting rate/panicle	Grain healthy (%)	1,000 grain weight (g)	Yield (kg/rai)
2011 (Jun.-Nov.)	nd	nd	nd	nd	nd	515±31 [a]
2014 (Jul.- Nov.)	89.1±10.6 [ns]	9.6±1.2 [ns]	118.2±25.1 [a]	61.5±11.3 [b]	27.6±2.5 [ns]	370±29 [b]
2015 (Sep..- Nov.)	97.5±4.1 [ns]	12.9±2.1 [ns]	71.2±14.6 [b]	98.5±2.1 [a]	32.8±3.1 [ns]	400±34 [b]

nd = not determined

± = Standard error, ns = Not significant at $p<0.05$, a, b = Means in the column with the same litters are not significant difference at $p<0.05$

สรุป

ระยะเวลาการปลูกข้าวมีผลต่อพัฒนาการของข้าวดังแสดงใน Figure 1 การปลูกข้าวช้าหรือเร็วข้าวจะแตกกอสูงสุดในช่วงเดือนกันยายน โดยการปลูกข้าวเร็วในช่วงต้นฤดูตั้งแต่เดือนมิถุนายนทำให้ข้าวมีจำนวนต้นต่อกอและผลผลิตข้าวสูงมากกว่าการปลูกข้าวล่าช้า แต่การปลูกข้าวตั้งแต่ช่วงต้นฤดูฝนจะพบปัญหาการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืชมาก จากความแปรปรวนและการกระจายของฝนที่ตกจำเป็นหาแนวทางการเพิ่มผลผลิตข้าวที่ปลูกล่า โดยควรมีการศึกษาถึงการจัดการด้านอายุกล้าและความหนาแน่นของกล้าข้าว (ระยะห่างในการปลูก) รวมทั้งแนวทางในการป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช

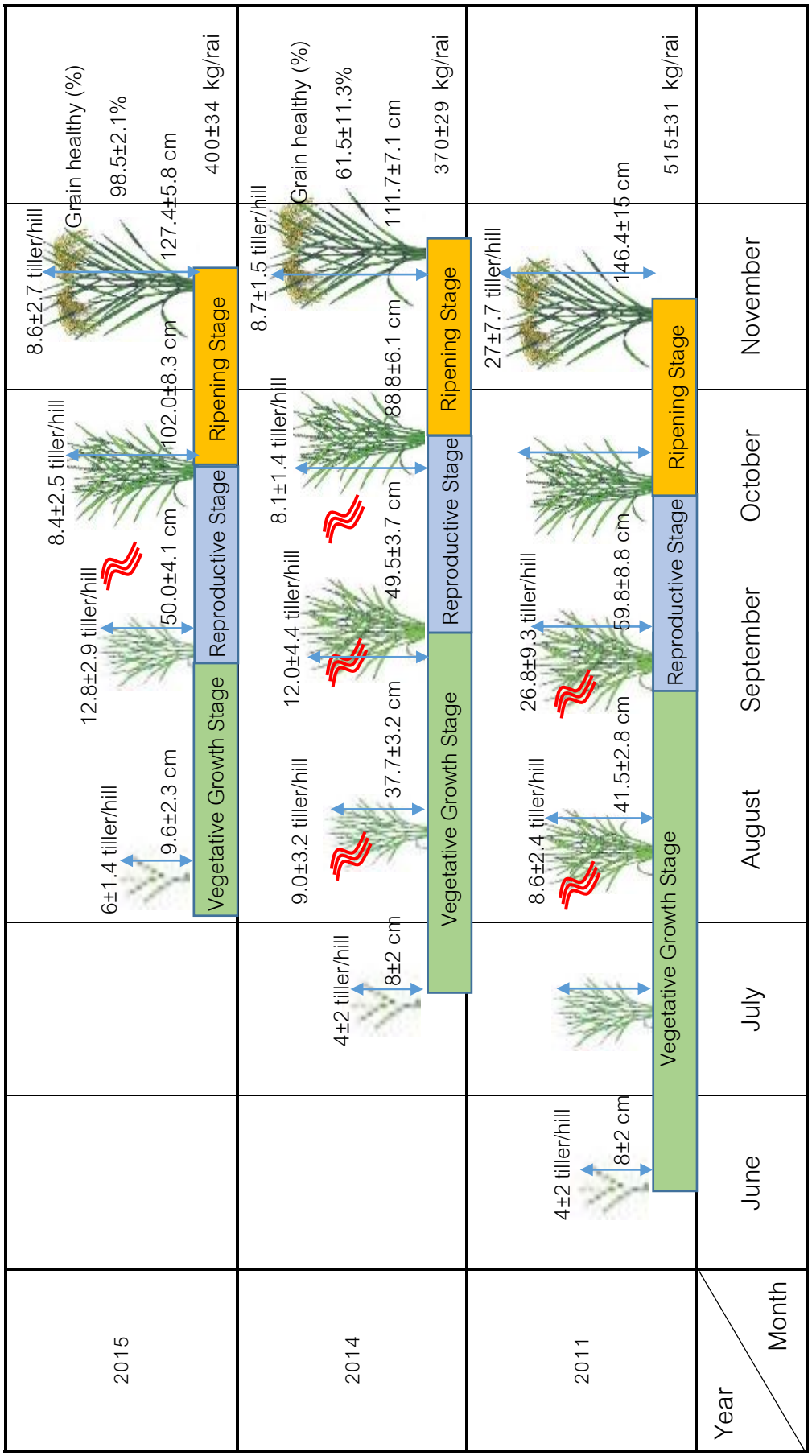


Figure 1 Rice development at difference transplanting period

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2558. ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันที่ฝนตกย้อนหลัง ปี พ.ศ. 2554-2558.

จินตนา ทยาธรรม, เรวัต ภัทรสุทธิ, วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ และ สมใจ สาลีโท. 2548. **อิทธิพลของระยะเวลาปลูกข้าวขาวดอกมะลิ105 ที่ระยะปักดำแตกต่างกันต่อการทำลายของแมลงบั่ว**. สถาบันวิจัยข้าว. กรมวิชาการเกษตร.

นันทิยา คำบุญเรือง. 2554. **ผลของช่วงแสงต่อการกำเนิดช่อดอกและประโยชน์ของการใช้ช่วงแสงสั้นในการปลูกข้าวนอกฤดูของข้าวขาวดอกมะลิ105**, หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พลประชา วงส์ลาลี, ศิวเรศ อารีกิจ, วินิตชาญ รื่นใจชน, อภิชาติ วรรณวิจิตร และ ชเนษฎ์ ม้าลำพอง. 2559. **ผลกระทบของอุรหภูมิสูงต่อการติดเมล็ดในระยะสืบพันธุ์ของข้าวสายพันธุ์ทนร้อนและอ่อนแอและการกระจายตัวของการติดเมล็ดในประชากรชั่วที่2**.การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 54 ระหว่างวันที่ 2-5 กุมภาพันธ์ 2559.

วรรณพรรณ จันลาภา. 2552. **เครือข่ายเกษตรกรเพื่อการติดตามการระบาดของโรคและแมลงศัตรูข้าว**. การประชุมวิชาการ “ข้าวและธัญพืชเมืองหนาว”. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. กรมการข้าว. วันที่ 9-11 มิถุนายน 2552 ณ โรงแรม ซีบรีซ จอมเทียน รีสอร์ท พัทยา จังหวัดชลบุรี.

วีระชัย ชูพิศาสยโรจน์, พัชรวีร์ สุวรรณิก, อานนท์ อินทรประสาท, ดุษฎี ธงสุวรรณ และ ปริชวัน เวศอุไร. 2554. **ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช**. กลุ่มมาตรฐานวางโครงการ. สำนักบริหารโครงการ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. **สถิติผลผลิตทางการเกษตรของไทย ปี พ.ศ. 2553-2557**.

Dong, K., B. Chen, Z. Li, Y. Dong and H. Wang. 2010. A characterization of rice pests and quantification of yield losses in the japonica rice zone of Yunnan. China. **Crop Protection** 29: 603-611.

Islam, Z., and A.N.M.R Karim. 1997. Whiteheads associated with stem borer infestation in modern rice varieties: an attempt to resolve the dilemma of yield losses. **Crop Protection** 16: 303-311.

Phuphak, S. and B. Bouman. 2008. Risk analysis of rainfed rice production using GIS and crop growth simulation model. **Thai Rice Research Journal** 2(1): 13-25.

Savary, S., N.P. Castilla, F.A Elazegui and P.S. Teng. 2005. Multiple effects of two drivers of agricultural change, labour shortage and water scarcity, on rice pest profiles in tropical Asia. **Field Crops Research** 91: 263-271.

ผลของหินปูนบดและเบนทอไนต์ต่อสมบัติดินและผลผลิตมันสาปะหลังที่ปลูกบนชุดดินยโสธร

Effect of Ground Limestone and Bentonite on Soil Properties and Yield of Cassava Grown in Yasothon Soil Series

พรรษา มะยมรัฐ[1], ศุภิฌา ธนะจิตต์[1]* และ สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม[1]

Phansa Mayomrat [1], Suphicha Thanachit[1]* and Somchai Anusontpornperm[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของหินปูนบดและเบนทอไนต์ต่อมันสำปะหลังที่ปลูกบนชุดดินยโสธร พบว่า ผลผลิตมันสำปะหลังสด ผลผลิตแป้ง และชีวมวลส่วนเหนือดินเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 4.31-5.38, 0.75-0.95 และ 1.29-1.99 ตัน/ไร่ตามลำดับ ขณะที่ร้อยละการสะสมแป้งมีค่าอยู่ในพิสัย 16.8-19.6 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง การใส่หินปูนบด และเบนทอไนต์ทำให้ธาตุอาหารพืชหลงเหลือในดินสูงกว่าการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน การใช้หินปูนบดจะช่วยลดความเป็นกรดของดินได้ดีกว่าการใส่เบนทอไนต์ และเมื่อใส่ร่วมกันจะลดความเป็นกรดของดินได้ดีที่สุดโดยที่อัตราละ 300 กก./ไร่ให้ค่าพีเอชดินสูงสุดเท่ากับ 6.2

ABSTRACT

A study on the effect of ground limestone and bentonite on cassava was conducted in Yasothon soil series. Result revealed that average fresh root yield, starch yield and aboveground biomass were in ranges of -4.31538., 0.75-0.95 and 1.29-1.99 ton rai^{-1}, while starch content varying between 19.6-16.8%, but with no statistical difference among treatments. The application of ground limestone and bentonite clearly resulted in greater amounts of plant nutrients remaining in the soil than did no soil conditioner addition. The use of ground limestone was better in decreasing soil acidity than that of benotonite, while applying together each at the rate of 300 kg rai^{-1}, resulting in the highest soil pH of 6.2.

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีแนวโน้มในการเพิ่มพื้นที่ปลูกในทุกปีโดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในภูมิภาคนี้กลับมีผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ต่ำที่สุดโดยในปีการเพาะปลูกปัจจุบันมีค่าเพียง 3.46 ตัน/ไร่ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2559) โดยเจริญศักดิ์ และคณะ (2547) ได้สรุปว่าการเสื่อมโทรมของดินเป็นปัญหาอันดับหนึ่งเนื่องจากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันอย่างต่อเนื่องโดยขาดการปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้ความอุดมสมบูรณ์และอินทรียวัตถุลดลง โครงสร้างดินเสื่อมสภาพ ดินจึงแน่นทึบเป็นปัญหาต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง (เอกราช และคณะ, 2553) พืชจึงไม่ตอบสนองต่อการปุ๋ยเคมีที่ใส่เพิ่มเติม ชุดดินยโสธรเป็นดินที่ใช้

Key Words: cassava, Huay Bong 80 variety, inorganic soil conditioner, tropical soil, Typic Paleusult

[1]Corresponding author email address: agrspc@ku.ac.th

[1]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900

[1]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

ปลูกมันสำปะหลังอย่างแพร่หลายในภูมิภาคนี้ จัดอยู่ในกลุ่มดินใหญ่ Paleustults โดยมีเนื้อดินค่อนข้างเป็นทรายเป็นกรดจัด มีความอุดมสมบูรณ์ ปริมาณอินทรียวัตถุ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำและการดูดจับธาตุอาหารต่ำ เกิดการสูญเสียธาตุอาหารและน้ำออกจากเขตรากพืชเร็ว ขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง อีกทั้งง่ายต่อการกร่อนดิน (Duangpatra, 1988) จากสาเหตุดังกล่าวเป็นผลให้ผลผลิตของมันสำปะหลังต่ำ จึงจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขสมบัติดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในภูมิภาคนี้

หินปูนบดเป็นผลพลอยได้จากการโม่หินปูน เป็นวัสดุที่หาได้ง่ายและใช้แก้ไขความเป็นกรดของดิน โดยทั่วไปมีองค์ประกอบหลากหลายขึ้นอยู่กับแหล่งของหินแต่มักมีแคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก และมีฟอสฟอรัส กำมะถัน เหล็ก แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสีปะปนอยู่เล็กน้อยซึ่งเป็นธาตุที่จำเป็นของมันสำปะหลัง (เอกพงศ์, 2551) นอกจากนี้ปริมาณแคลเซียมที่มีอยู่มากจะส่งเสริมให้เม็ดดินเกาะตัวกัน จึงทำให้ดินร่วนซุยและมีโครงสร้างดินดีขึ้น (ปิยะ, 2553; Brady and Weil, 2014) ส่วนเบนทอไนต์เป็นดินเหนียวที่ขยายตัวได้ มีแร่สเมกไทต์เป็นองค์ประกอบหลัก จึงมีคุณสมบัติในการดูดซับที่ดีโดยมีพื้นที่ผิวและความจุแลกเปลี่ยนประจุแคตไอออนสูง (กรมทรัพยากรธรณี, 2539; Noble et al., 2004) และลดอัตราการซาบซึมน้ำของดินทรายร่วนจึงลดการสูญเสียธาตุอาหารไปจากเขตรากพืช (Talebenzhed and Sepaskhah, 2012) ดังนั้นการใช้หินปูนบดและเบนทอไนต์ในการปรับปรุงดินจึงอาจเป็นวิธีหนึ่งที่ปรับปรุงสมบัติของดินให้ดีขึ้น ผลผลิตมันสำปะหลังจึงเพิ่มขึ้นดังแสดงในรายงานของดาราพร (2556) ในชุดดินยโสธร พบว่าการใส่หินปูนบดอัตรา 200 กก./ไร่ ให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดและผลผลิตแป้งสูงสุดเท่ากับ 3.92 และ1.2 ตัน/ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่เบนทอไนต์ในอัตราเดียวกัน คือ 3.71 และ 1.07 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ดารารัตน์และคณะ (2557) พบว่าผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินสตึกจะเพิ่มขึ้นตามอัตราของเบนทอไนต์ที่ใส่ แต่เมื่อใส่ในอัตรา 300 กก./ไร่ จะให้ผลผลิตลดลงจนไม่แตกต่างจากตำรับควบคุม นอกจากนี้การใส่เบนทอไนต์อัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ เพียงอย่างเดียวหรือที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมจะให้ผลผลิตมันสำปะหลังและผลผลิตแป้งสูงสุดไม่แตกต่างกัน เรณูและอัศจรรย์ (2551) รายงานว่าการใส่หินปูนบดในอัตรา 50-200 กก./ไร่ จะเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ 1-2 ตัน/ไร่ แต่เมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีผลผลิตจะเพิ่มขึ้นถึง 2-4 ตัน/ไร่ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลของการใส่หินปูนบดและเบนทอไนต์ในอัตราที่แตกต่างกันต่อการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่ปลูกในชุดดินยโสธร และ 2) เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินที่ได้รับอิทธิพลจากวัสดุปรับปรุงดินทั้งสองชนิด ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินเสื่อมโทรมที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ซึ่งเป็นดินที่พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในภูมิภาคนี้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณชุดดินยโสธร (Typic Paleusult) ในบ้านดงกะสังข์ ต.ตะเคียน อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา ซึ่งเป็นดินที่มีสมบัติที่ไม่ค่อยเหมาะสมต่อการปลูกพืชโดยมีเนื้อดินบนเป็นดินทรายร่วน พบปัญหาการอัดแน่นของดิน ดินเป็นกรดจัดมากโดยพีเอชอยู่ในพิสัย 4.3-4.7 ปริมาณอินทรียวัตถุ (3.53-2.50 ก/กก.) และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (3.56-2.88 เซนติโมล/กก.) อยู่ในระดับต่ำและต่ำมากตามลำดับ (Table 1) จึง

ส่งผลให้ความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารต่ำ ธาตุอาหารจึงเกิดการสูญหาย ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่คงอยู่ในดินจึงมีอยู่น้อยมาก (Table 1) การเตรียมดินเพื่อจัดทำแปลงทดลองเริ่มต้นในเดือนมิถุนายน 2557 แปลงทดลองมีขนาด 8x10 ม.ระยะห่างระหว่างแปลงเท่ากับ 1 ม. วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยการปรับปรุงดินด้วยวัสดุปรับปรุงดินจำนวน 10 ตำรับการทดลอง ดังนี้ ตำรับควบคุมที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน (T1) การใส่เบนทอไนต์ (T2-T4) และ หินปูนบด (T5-T7) อัตราละ 100, 200 และ 300 กก./ไร่ การใส่เบนทอไนต์ร่วมกับหินปูนบด (T8-T10) ในอัตราละ 100, 200 และ 300 กก./ไร่ตามลำดับโดยสมบัติและธาตุองค์ประกอบของหินปูนบดและเบนทอไนต์ที่ใช้แสดงใน Table 2 ทำการหว่านวัสดุปรับปรุงดินตามตำรับการทดลองและใช้รถไถติดตั้งไถจานผาล 3 ไถเปิดหน้าและคลุกเคล้าวัสดุ ปล่อยทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ ไถพรวนดินด้วยไถจานผาล 7 จากนั้นยกร่องขวางความลาดเท ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 บนสันร่องโดยใช้ระยะปลูกเท่ากับ 120x80 ซม. เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 เดือน ทำการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 7.5-7.5-7.5 กก. N-P_2O_5-K_2O /ไร่ โดยทำการขุดหลุมใส่ข้างทรงพุ่มแล้วกลบฝัง

Table 1 Properties of Yasothon soil series before conducting the experiment

Soil properties	Topsoil (0-20 cm)	Subsoil (20-60 cm)
Soil pH (1:1 H_2O)	4.7	4.3
Organic matter (g kg^{-1})	3.53	2.50
Total N (g kg^{-1})	0.08	0.07
Available P (mg kg^{-1})	10.3	7.8
Available K (mg kg^{-1})	52.1	13.2
Extractable Ca ($cmol_c$ kg^{-1})	0.32	0.34
Extractable Mg ($cmol_c$ kg^{-1})	0.23	0.09
Extractable Na ($cmol_c$ kg^{-1})	0.15	0.26
CEC ($cmol_c$ kg^{-1})	3.56	2.88
Texural class	Sandy loam	Sandy clay loam

Table 2 Properties of ground limestone and bentonite used in the experiment

Properties	Ground limestone	Bentonite
pH (1:1 H_2O)	9.8	4.6
EC (1:5 H_2O)	0.06	0.42
CEC ($cmol_c$ kg^{-1})	na[1]	25.25
Total N (g kg^{-1})	nd[2]	0.3
Total P (g kg^{-1})	3.7	na
Total K (g kg^{-1})	0.3	1.6
Total Ca(g kg^{-1})	359	0.1
Total Mg (g kg^{-1})	53.6	0.7
Total Fe (mg kg^{-1})	0.41	24.5
Total Zn (mg kg^{-1})	170	na
Total Cu (mg kg^{-1})	217	na

[1]na = not determined [2]nd= not detectable

การเก็บข้อมูล 1) การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุ 10 เดือน มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 13.44 $ม^2$ โดยทำการบันทึกน้ำหนักหัวมันสำปะหลังสด ร้อยละการสะสมแป้งโดยใช้เครื่อง Riemann scale และน้ำหนักสดส่วนเหนือดินได้แก่ น้ำหนักต้น เหง้า กิ่งก้านและใบ 2) การเก็บตัวอย่างดินบนในช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในทุกแปลงย่อยแบบ composite sample เพื่อนำมาวิเคราะห์พีเอชดิน ปริมาณไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 3) วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไปด้วยโปรแกรม SPSS version 22

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อองค์ประกอบผลผลิตมันสำปะหลัง

การใส่เบนทอไนต์และหินปูนบดในอัตราที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังสด ผลผลิตแป้งและชีวมวลส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติโดยให้ค่าอยู่ในพิสัย 4.31-5.38, 0.75-9.50 และ 1.29-1.99 ตัน/ไร่ ตามลำดับ เช่นเดียวกับร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้รับเบนทอไนต์และหินปูนบดในอัตราที่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 16.8-19.6 (Table 3) ทั้งนี้อาจเนื่องจากดินที่ทำการศึกษาเป็นทรายร่วน มีการระบายน้ำดี จึงอาจส่งผลให้วัสดุปรับปรุงดินที่ใส่ในช่วงของการเตรียมดินเกิดชะละลายออกไปดิน จึงทำให้ผลของวัสดุปรับปรุงดินที่มีผลต่อมันสำปะหลังไม่ชัดเจนจึงให้ผลไม่แตกต่างจากตำรับควบคุม อย่างไรก็ตามวัสดุปรับปรุงดินจะแสดงผลที่ชัดเจนขึ้นเมื่อมีการใส่ต่อเนื่องอย่างน้อย 2 ปีดังแสดงในรายงานของจีรวรรณ และคณะ (2555) และปิ่นทิพย์ และคณะ (2556) ทั้งนี้อาจเนื่องจากอัตราที่ใช้ค่อนข้างต่ำดังนั้นผลที่แสดงออกจึงไม่ชัดเจน จึงต้องใช้ระยะเวลา

การใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งเสริมการสร้างชีวมวลส่วนเหนือดินมากกว่าการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักชีวมวลส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 13.5-52.6 เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ขณะที่ผลผลิตและผลผลิตแป้งเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 3.65-22.8 และ 5.03-13.04 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงอัตราของเบนทอไนต์ พบว่า การใส่เบนทอไนต์ในอัตรา 100 กก./ไร่มีแนวโน้มให้ผลผลิตและผลผลิตแป้งสูงที่สุดเท่ากับ 4.93 และ 0.95 ตัน/ไร่ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากเบนทอไนต์เป็นวัสดุที่มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง (Table 2) จึงช่วยเพิ่มความสามารถของดินในการดูดยึดธาตุอาหารพืชไว้ (Croker et al., 2004; Noble et al., 2004) แต่เมื่อใส่เบนทอไนต์ในอัตราที่เพิ่มขึ้นเป็น 200 และ 300 กก./ไร่ กลับมีแนวโน้มให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 4.86 และ 4.58 ตัน/ไร่ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งให้ผลคล้ายคลึงกับการศึกษาของเบญญาทิพย์ (2559) ในดิน Ustic Quartizipsamment และ ดารารัตน์และคณะ (2557) ในชุดดินสตึกที่พบว่าผลผลิตและผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นตามอัตราของเบนทอไนต์แต่เมื่อใส่ในอัตรา 300 กก./ไร่จะให้ผลผลิตลดลงจนไม่แตกต่างจากตำรับควบคุม เช่นเดียวกับการศึกษาในชุดดินยโสธรโดยเยาวเรศและคณะ (2555) ที่พบว่า การใส่เบนทอไนต์ 400 กก./ไร่ให้ผลผลิตมันสำปะหลังต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่หินปูนบดและยิปซัมในอัตราเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากเบนทอไนต์มีส่วนลดอัตราการซาบซึมน้ำของดิน (Talebenzhed and Sepaskhah, 2012) การใส่ในอัตราสูงอาจส่งผลให้ช่องว่างของดินเกิดการอุดตัน ดินจึงแน่นทึบมากขึ้นเมื่อดินแห้งซึ่งส่งผลกระทบต่อการขยายขนาดของหัวมันสำปะหลัง ดังนั้นการใส่ในเบนทอไนต์ในปริมาณที่สูงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงในการลดลงของผลผลิตมันสำปะหลังต่อไป ขณะที่ผลผลิตมันสำปะหลัง

และผลผลิตแป้งกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราของหินปูนบดที่ใส่โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 4.31-5.05 และ 0.75-8.92 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับในกรณีที่มีการใส่ร่วมกันระหว่างเบนทอไนต์และหินปูนบดโดยการใส่ร่วมกันในอัตราละ 300 กก./ไร่ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงที่สุดเท่ากับ 5.38 ตัน/ไร่ (Table 3) แสดงให้เห็นว่าหินปูนบดมีบทบาทในการส่งเสริมการสร้างผลผลิตของมันสำปะหลังได้ดีกว่าเบนโทไนต์ เนื่องจากชุดดินยโสธรที่ทำการศึกษาครั้งนี้เป็นกรดจัดมาก (pH 4.3-4.7) (Table 1) หินปูนบดซึ่งจัดเป็นวัสดุปูนจึงช่วยเพิ่มพีเอชดิน ลดความเป็นพิษของเหล็กและอะลูมิเนียม รวมทั้งเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสและเพิ่มธาตุอาหารรองให้แก่พืช (เอกพงศ์, 2551; ปิยะ, 2553) นอกจากนี้แคลเซียมในหินปูนบดมีส่วนช่วยในการทำให้เม็ดดินเกิดการจับตัวเป็นก้อนทำให้ดินโปร่งร่วนซุย (ปิยะ, 2553; Brady and Weil, 2014) รากพืชจึงสามารถชอนไชไปหาอาหารและน้ำได้ลึกขึ้น จึงส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง

ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อสมบัติทางเคมีของดินบน

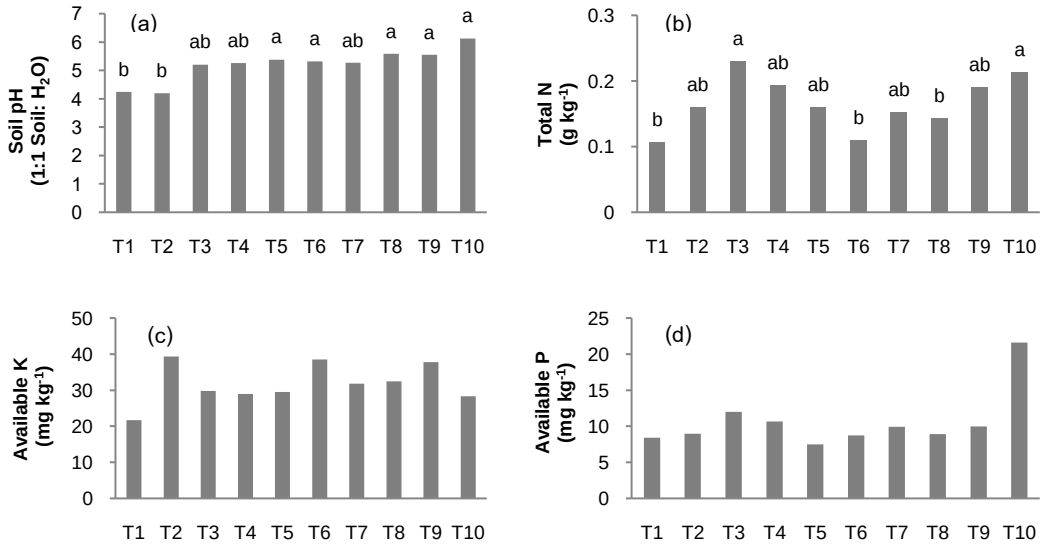
การเปรียบเทียบอิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดินที่มีผลต่อสมบัติของดินบนโดยทำการวิเคราะห์ในช่วงการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง พบว่า การใส่เบนทอไนต์และหินปูนบดในอัตรา 100-300 กก./ไร่ ทั้งที่ใส่เพียงอย่างเดียวและที่ใส่ร่วมกันไม่มีผลทำให้ฟอสฟอรัส (8.39-21.6 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (22-39 มก./กก.) ของดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าโดยจีรวรรณ และคณะ (2555) และ ปิ่นทิพย์ และคณะ (2556) ที่พบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินในปีแรกมักไม่เห็นผลเนื่องจากวัสดุปรับปรุงดินที่ใส่ลงไปอาจน้อยเกินไป รวมทั้งเกิดการสลายตัวทั้งนี้เนื่องจากเป็นผลมาจากลักษณะทั่วไปของดินเขตร้อน (Sanchez, 1976) อีกทั้งดินที่ทำการศึกษามีเนื้อดินค่อนข้างหยาบ ช่องว่างส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ วัสดุปรับปรุงดินจึงอาจเกิดการสูญหายไปจากเขตรากพืช ทำให้ผลของวัสดุปรับปรุงเหล่านี้ที่มีต่อสมบัติดินไม่ชัดเจน แต่จะเห็นผลชัดเจนขึ้นเมื่อมีการใส่ต่อเนื่องอย่างน้อย 2 ปี

Table 3 Effect of ground limestone and bentonite on yield parameters; fresh tuber yield, starch content and starch yield of cassava grown in Yasothon soil series

Treatment[1]	Fresh root yield (ton rai^{-1})	Starch (%)	Starch yield (ton rai^{-1})	Aboveground biomass (ton rai^{-1})
T1	4.38	19.3	0.84	1.29
T2	4.93	19.3	0.95	1.96
T3	4.86	16.8	0.79	1.46
T4	4.58	16.8	0.79	1.61
T5	4.31	17.3	0.75	1.70
T6	5.05	17.4	0.89	1.92
T7	5.00	17.4	0.88	1.83
T8	4.32	17.6	0.77	1.46
T9	4.54	19.6	0.89	1.55
T10	5.38	17.7	0.95	1.66
F-test[2]	ns	ns	ns	ns
CV %	11	11	15	24

[1] T1: no soil conditioner, T2, T3, T4: bentonite 100, 200, 300 kg rai^{-1}, respectively, T5, T6, T7: ground limestone 100, 200, 300 kg rai^{-1}, respectively, T8: ground limestone 100 kg rai^{-1}+ bentonite 100 kg rai^{-1}, T9: ground limestone 200 kg rai^{-1}+ bentonite 200 kg rai^{-1}, T10: ground limestone 300 kg rai^{-1}+ bentonite 300 kg rai^{-1}

[2] ns: non significant



T1: no soil conditioner, T2, T3, T4: bentonite 100, 200, 300 kg rai^{-1}, respectively, T5, T6, T7: ground limestone 100, 200, 300 kg rai^{-1}, respectively, T8: ground limestone 100 kg rai^{-1}+ bentonite 100 kg rai^{-1}, T9: ground limestone 200 kg rai^{-1}+ bentonite 200 kg rai^{-1}, T10: ground limestone 300 kg rai^{-1}+ bentonite 300 kg rai^{-1}; Different letters in graph are significantly different from each other according to DMRT.

Figure 1 Effect of ground limestone and bentonite on chemical property of topsoil, soil pH (a), total N (b), avaiable K (c), avaiable P (d), of Yasothon soil series

การใส่วัสดุปรับปรุงดินทำให้พีเอชดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 5.2-6.1 ยกเว้นการใส่เบนทอไนต์ในอัตรา 100 กก./ไร่ ที่ให้ค่าพีเอชดินไม่แตกต่างจากตำรับควบคุม ขณะที่การใส่เบนทอไนต์และหินปูนบดในตำรับการทดลองที่เหลือจะช่วยลดความเป็นกรดของดินได้ไม่แตกต่างกันโดยเฉพาะการใส่ร่วมกันในอัตราละ 300 กก./ไร่ ที่มีแนวโน้มให้พีเอชดินสูงที่สุด (Figure 1) อย่างไรก็ตามดินที่ทำการศึกษายังคงเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง (pH 4.2-6.1) ถึงแม้ว่าจะมีการใส่วัสดุปูนร่วมด้วย ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากตัวดินเองที่มีเนื้อดินค่อนข้างหยาบ และมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ จึงส่งผลให้แคตไอออนที่เป็นเบสถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย (Brady and Weil, 2014) เช่นเดียวกับปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินที่ยังอยู่ในระดับต่ำถึงแม้ว่าจะมีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน (Figure 1) โดยภาพรวม การใส่เบนทอไนต์และหินปูนบดมีแนวโน้มให้ธาตุอาหารพืชเหล่านี้หลงเหลือในดินสูงกว่าตำรับควบคุมที่ไม่การใส่วัสดุปรับปรุงดินโดยการใส่เบนทอไนต์มีแนวโน้มให้โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลงเหลือในดินสูงที่สุดเท่ากับ 39 มก./กก. เมื่อใส่ในอัตรา 100 กก./ไร่ ส่วนการใส่เบนทอไนต์และหินปูนบดร่วมกันในอัตราละ 300 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หลงเหลือในดินสูงที่สุดเนื่องจากเป็นตำรับที่ลดความเป็นกรดของดินได้ดีที่สุด (Figure 1) ซึ่งในสภาพที่พีเอชดินเพิ่มขึ้นนี้จะทำให้เหล็กและอะลูมิเนียมละลายออกมาได้น้อยลง ฟอสฟอรัสจึงเป็นประโยชน์มากขึ้น (Brady and Weil, 2014) จึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิตจึงเพิ่มขึ้นซึ่งให้ผลสอดคล้องกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่ได้รับสูงสุดเช่นกัน (Table 3) ส่วนปริมาณไนโตรเจนรวมที่หลงเหลือในดินนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้รับเบนทอไนต์และหินปูนบดในอัตราที่แตกต่างกันโดยการใส่เบนทอไนต์ในอัตรา 200 กก./ไร่ ให้ไนโตรเจนหลงเหลือในดินสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.23 ก./กก. ซึ่งการใส่เบนทอไนต์จะให้ไนโตรเจนหลงเหลือในดินสูงกว่าการใส่หินปูนบดในอัตราเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1) นอกจากนี้ปริมาณไนโตรเจนหลงเหลือในดินเพิ่มขึ้นตามอัตรา

หินปูนบดและเบนทอไนต์ที่ใส่ร่วมกันโดยเฉพาะการใส่ร่วมกันในอัตราละ 300 กก./ไร่ให้ไนโตรเจนหลงเหลือในดินใกล้เคียงกับการใส่เบนทอไนต์ในอัตรา 200 กก./ไร่ (Figure 1) เนื่องจากเบนทอไนต์มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง (Table 2) จึงช่วยดูดจับธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะในรูปของแคตไอออนไว้ได้ดีกว่าแอนไอออน (Croker *et al*., 2004; Noble *et al*., 2004) ทำให้ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมถูกชะละลายออกไปได้น้อยกว่า ส่วนการใส่ร่วมกับหินปูนบดน่าจะเกี่ยวข้องกับแคลเซียมที่ช่วยทำให้เกิดเม็ดดิน (ปิยะ, 2553; Brady and Weil, 2014) จึงอาจช่วยลดการชะลาย

สรุป

มันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินยโสธรไม่แสดงการตอบสนองต่อการใส่หินปูนบดและเบนทอไนต์ในอัตราที่แตกต่างกันทั้งทางด้านผลผลิตน้ำหนักสด ผลผลิตแป้ง ร้อยละการสะสมแป้ง และชีวมวลส่วนเหนือดิน อย่างไรก็ตาม การใส่วัสดุปรับปรุงดินทั้งสองร่วมกันในอัตราละ 300 กก./ไร่ มีแนวโน้มส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังได้ การใส่วัสดุปรับปรุงดินทั้งสองชนิดยังคงทำให้ดินบนของชุดดินยโสธรหลังจากปลูกมันสำปะหลังไป 1 ฤดูกาลเป็นกรดจัดและมีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ การใส่เบนทอไนต์ทำให้ไนโตรเจนรวมในดินเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่หินปูนบดโดยเฉพาะการใส่ในอัตรา 100-200 กก./ไร่ ขณะที่การใส่หินปูนบดเพียงอย่างเดียวหรือที่ใส่ร่วมกับเบนทอไนต์จะช่วยลดความเป็นกรดของดินได้ดีกว่าการใส่เบนทอไนต์เพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะการใส่ร่วมกันในอัตราละ 300 กก./ไร่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.). สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. 2539. **เบนทอไนต์**. แหล่งข้อมูล: htt://goo.gl/ZfG8BQ, 10 ตุลาคม 2559.

จีรวรรณ พรหมมา, สมชัย อนุศนธิ์พรเพิ่ม, ศุภิฌา ธนะจิตต์, เอิบ เขียวรื่นรมณ์ และ ปรีชาเพชรประไพ. 2555. ผลของชนิดและอัตราหินปูนบดต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในชุดดินยโสธร. **แก่นเกษตร** 40: 19-26.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ, วิจารณ์ วิชชุกิจ, บัญญัติ แหวนแก้ว และ ประภาส ช่างเหล็ก. 2547. **เอกสารวิชาการเล่มที่ 28**. กรมทรัพยากรที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ดารารัตน์ อุ่นเสนีย์, ศุภิฌา ธนะจิตต์, สมชัย อนุศนธิ์พรเพิ่ม และ เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2557. ผลของเบนทอไนต์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพปุ๋ยโพแทสเซียมและผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินสตึก. **แก่นเกษตร** 43: 707-716.

ดาราพร กาญจนะ. 2556. **ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. **สารปรับปรุงดิน**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เบญญาทิพย์ มณีทุม. 2559. **ผลของเบนทอไนต์ต่อการดูดใช้ธาตุอาหารพืช และผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่ปลูกบนดิน** Ustic Quartzipsamment. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิ่นทิพย์ บุตรแก้ว, ศุภิฌา ธนะจิตต์, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม และ เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2556. การแก้ปัญหาดินเค็มโซดิกที่ดอนที่พบชั้นดานเปราะสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง. **แก่นเกษตร** 41: 433-444.

เยาวเรศ กิตติตระการ, ศุภิฌา ธนะจิตต์ และ สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม. 2555. การตอบสนองของมันสำปะหลังที่ปลูกต่อวัสดุปรับปรุงดินที่มีการกลบลึกในชุดดินยโสธร. **แก่นเกษตร** 43: 473-484.

เรณู ขำเลิศ และ อัศจรรย์ สุขธำรง. 2551. **เศรษฐกิจพอเพียงของผู้ปลูกมันสำปะหลัง ในจังหวัดนครราชสีมาจากการใช้หินปูนบดแทนปุ๋ยเคมี**. แหล่งที่มา: http://www.clinictech.most.go.th, วันที่ 8 ตุลาคม 2559.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2559. **ข้อมูลผลผลิตการเกษตร**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ. 2551. **การใช้หินฝุ่นเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง**. แหล่งที่มา: http://www.clinictech.most.go.th, 4 ตุลาคม 2559.

เอกราช มีวาสนา, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, เอิบ เขียวรื่นรมณ์ และ อัญชลี สุทธิประการ. 2553. ลักษณะของชั้นดานไถพรวนในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังจังหวัดนครราชสีมา. **แก่นเกษตร** 38: 205-214.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2014. **The Nature and Properties of Soil**. 15th ed Pearson, United Kingdom, London England.

Croke, J., R. Poss. C. Hartmann and S. Bhuthorndharaj. 2004. Effects of recycled bentonite addition on soil properties, plant growth and nutrient uptake in a tropical sandy soil. **Plant Soil** 267: 155 – 163.

Duangpatra, P.1988. Soil and climatic characterization of major cassava growing areas in Thailand, pp. 157-184. In R.H. Howeler and K. Kawan, eds., **Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia**. Proceedings of a Regional Workshop. Oct. 26-28, 1987, Rayong, Thailand.

Noble, A.D., G.P. Gillman, S. Nath and R.J. Srivastava. 2004. Changes in the surface charge characteristics of degraded soil in the wet tropics through the addition of beneficiated bentonite. **J. Soil Res.** 39: 991-1001.

Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.

Talebenzhed, R. and A.R. Sepaskhah. 2012. Effects of bentonite on water infiltration in a loamy sand soil. **Archive Agronomy and Soil Science** 59: 1409-1418.

Effect of Soil Arsenic Concentration on Growth and Arsenic Concentration in 'Hawm Klong Luang 1' Rice Seedling

Kim Sok Heng Te[1], Khwunta Khawmee[1*] and Jumpen Onthong[1]

ABSTRACT

A greenhouse experiment was conducted to determine the effect of arsenic concentrations on arsenic toxicity symptoms, rice growth, arsenic and macronutrient concentrations in rice plant. The experiment was designed with three replications of five arsenic treatments as 0, 20, 40, 60 and 80 mg As kg^{-1} soil. Mostly, As toxicity symptoms on rice seedlings showed on lower leaves by reddening tip leaves and it started to yellow and extent to the midrib of leave blade. Then rice leaves were curled and dried. High arsenic concentrations (60 and 80 mg As kg^{-1}), rice seedling was nearly died and stunted. Moreover, arsenic toxicity also interrupted root growth. Both plant height and tiller numbers of rice plant decreased with the increasing of soil arsenic concentrations. There was no new tiller numbers on As_{60} and As_{80} treatments. Dry weight of rice decreased significantly ($p \leq 0.05$) with the increase of soil arsenic concentrations. While arsenic concentrations in rice plant tended to increase and it interfered N, P, K uptake.

Key Words: arsenic toxicity, rice seedling, arsenic concentration

* Corresponding author; e-mail address: khwunta.k@psu.ac.th

[1] Department Earth Science, Prince of Songkla University

INTRODUCTION

Arsenic (As) in soil can be classified into inorganic and organic form and As toxicity depends on the form. It is generally accepted that inorganic As are more mobile and much more toxic than organic As to living organisms including plants, animals and humans (Meharg and Hartley-Whitaker, 2002). However, critical level of arsenic concentration in soil was different from each country. For instance, generally total arsenic concentration in soil occurred 10 mg kg^{-1} (Das *et al*., 2004). According to the Pollution Control Department (2004) in Thailand, the limit values of total As should not be more than 3.9 mg kg^{-1}. However, arsenic in soil from anthropogenic sources tended to be more mobile, implying greater potential available for plant uptake (Taggart *et al*., 2004). Typically, rice is highly susceptible in accumulating As comparing to other cereal crops such as wheat and barley due to reductive condition in paddy field (Williams *et al*., 2007). The presence of high As accumulations in agricultural soils might affect the movement of As in soils and its accumulation by rice (Abedin *et al*., 2002). Rice with contaminated As could aggravate human health risk and rice straw was widely used as cattle feed also containing high levels of As than grain, this showing another way of As entry into the food chain.

Beside of this, As interrupted plant metabolism and inhibits plant growth and crop yield because of phytotoxicity (Abedin *et al.,* 2002a). Arsenic toxicity reduced rice growth, total chlorophyll content and yield and application of As concentration from 60 and 90 mg kg^{-1} caused rice plant died at panicle initiative stage (Rahman *et al*., 2007). Islam and Jahiruddin (2010) showed that addition of As concentration on soil (15 and 30 mg kg^{-1}) had influenced toxicity with significantly diminished rice straw and grain yield by lessening tiller and grain set. Moreover, Shaibur and Kawai (2010) showed that As toxicity limited nutrition quality by inhibit the concentration and accumulation of nutrient elements such as P, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Cu and Zn in plant tissue of Japanese mustard. The information related to the influence of arsenic concentration on Thai rice growth and the element uptake on rice seedling still has limited in Thailand. This study, Hawm Khlong Luang 1 cultivar which is non glutinous and early ripening cultivar was used. Previous study reported that this cultivar was susceptible to heavy metal accumulating (Sriprachote *et al*., 2012). Therefore, this study was implemented to find out the effect of different arsenic concentrations on rice growth and element concentration in rice seedling.

MATERIALS AND METHODS

1. Soil sampling and analysis

Composite sampling of surface (0-15 cm) soil of Khok Khain series (Ko) (Fine-loamy, kaolinitic, ishyperthermic Typic Kandiaquults) from rice field at Ron Phibun district, Nakhorn Si Thamarat province

was collected for this study because this soil had total As (3.04 mg kg^{-1}) near the critical level (3.90 mg kg^{-1}) of total As in Thailand (Pollution Control Department, 2004). Then the soil sample was dried, grounded and sieved through a 2 cm basket for pot experiment and was sieved through a 2 mm sieve for soil properties analysis. The basic soil properties analysis procedure followed the method of Onthong and Poonpakdee (2012) and total As analysis procedure followed the method of Lynch (1999).

2. Pot experiment

This experiment was setup at a greenhouse of Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University and the experimental period was about a month. Rice (*Oryza sativa* L.), Hawm Klong Luang 1 cultivar was used in this experiment. Three rice seedlings were transferred to each plastic pot (6 kg soil pot^{-1}) and kept up deionized water about 3 cm in pot. Then rice seedlings were thinned to one seedling after 7 days of planting. In each pot, 100 mg P_2O_5 kg^{-1} soil as triple superphosphate ($Ca(H_2PO_4)_2$, 200 mg N kg^{-1} soil as urea ($CO(NH_2)_2$), 100 mg K_2O kg^{-1} soil as KCl and As were added. This experiment was arranged following the completely randomized design (CRD) with three replications for each treatment. Five levels of As used in this experiment were 0, 20, 40, 60 and 80 mg As kg^{-1}soil (As_0, As_{20}, As_{40}, As_{60} and As_{80} respectively) as disodium hydrogen arsenate ($Na_2HAsO_4.7H_2O$).

3. Measuring plant growth and plant analysis

Rice plant height was measured from stem base on ground part of soil to the longest tip leaves. Total tiller numbers per pot were counted all rice plant in pot. Rice seedlings were harvested at 33 days and they were washed. Rice plant samples in each replication were oven dried at 70 ^{o}C for 48 h, then dry weight were recorded. Dry rice plants of each replication were grounded with 1 mm sieve, then digested in sulfuric acid for N analysis, in mixed acid (3:1, HNO_3-$HClO_4$) for P and K analysis (Onthong and Poonpakdee, 2012) and in 2 ml of HNO_3: 2 ml of 30% H_2O_2 for As analysis (Lu *et al*., 2010).

4. Statistical analysis

The experimental data were statistically analyzed by using one-way analysis of variance (ANOVA) and the mean values were compared using Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

RESULTS AND DISCUSSION

1. Soil properties

The Soil pH (soil: water, 1:5) was strongly acid (5.48) and EC (1:5) (0.05 ds m^{-1}), OM (9.74 g kg^{-1}), total N (0.56 g kg^{-1}), available P (7.60 mg kg^{-1}) and exchangeable K, Ca, Mg, Na (0.02, 3.43, 0.18 and

0.09 respectively) and CEC (3.60 $cmol_c$ kg^{-1}) were low. This soil was strongly acid may be led to higher dissolved arsenic concentrations (Marin *et al*., 1993). Moreover, total arsenic concentration in soil was 3.04 mg kg^{-1} which was near the critical level (3.90 mg kg^{-1}) of total arsenic concentration in Thailand (Pollution Control Department, 2004).

2. Effect of arsenic concentration on arsenic toxicity symptom on rice seedling

The increasing As concentration increased toxicity symptom in rice plant. As concentration at 20 mg kg^{-1} that begin to appear As toxicity symptom. This study found that arsenic toxicity showed visual symptom on lower leaves by reddening tip leaves and it started to yellow and extent to the midrib of leaves blade. Then rice leaves were curled and dried (Figure 1). Comparison this result with previous studies, toxicity symptoms leaf and root were observed with treatment above 40 mg As kg^{-1} (Das *et al*., 2013), the As concentrations that begin to appear symptom were different might be due to a difference of rice cultivar and soil properties. The result showed that increasing As concentration, root color became deep black. Arsenic toxicity effect may possibly be attributed to the ability of the arsenate by the way that arsenate disrupts the energy flow in the cell, interferes in the oxidative metabolism and the photosynthetic mechanism, react with sulfhydryl groups (–SH) of enzymes and tissue proteins, thereby ultimately leading to the death of plants (Meharg, 1994).



Figure 1 Arsenic toxicity symptoms of rice seedling which were applied 0, 20, 40, 60 and 80 mg As kg^{-1}on leaf and root.

3. Effect of arsenic concentration on rice seedling growth

The result showed that increasing arsenic concentrations reduced rice seedling growth. Plant height was significantly different from each treatment and it decreased with the increasing of soil arsenic concentration. The results shown that As toxicity effected on rice growth slightly at week 1 and severely at week 4. Especially at As_{60} and A_{80}, rice leaves were curled and dried and affected to plant height at week 4 lower than week 1. The highest plant height was observed in As_0 followed by As_{20}, As_{40}, As_{60} and As_{80} (Table 1) which was consistent with the tiller number.

Table 1 Plant height of Hawm Klong Luang 1 rice seedlings with different arsenic concentrations at week 1 (24 days), week 2 (31 days), week 3 (38 days) and week 4 (45 days)

Treatment	Plant height (cm)			
	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
Control	42.17[a]	51.87[a]	62.97[a]	70.93[a]
As_{20}	35.43[bc]	39.97[b]	49.20[b]	55.93[b]
As_{40}	37.80[ab]	40.33[b]	43.03[b]	47.50[b]
As_{60}	31.23[c]	31.67[c]	29.67[c]	21.30[c]
As_{80}	34.07[bc]	26.50[c]	23.43[c]	15.73[c]
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	7.92	11.77	10.63	16.73

[a-c] Means within the same column followed by the same letters were not significantly different ($p>0.05$) by DMRT.

* = significant at $p \leq 0.05$.

The tiller numbers decreased with the increasing of soil arsenic concentration. Soil arsenic concentrations at 60 and 80 mg As kg^{-1}, rice seedling could not produce tiller (Table 2). However, tiller numbers for treatment of As 0, 20 and 40 mg As kg^{-1} were not significantly different at the first and second week but at the third and fourth week, there were significantly different of tiller numbers between different levels of soil arsenic concentration. Azad *et al*. (2012) revealed that arsenic amended irrigation water significantly decreased total tiller per plant of Boro rice (BR-11) when arsenic 2 and 4 mg L^{-1} were added comparing to control treatment. Khan *et al*. (2010) also supported that addition of arsenic both in soil and irrigation water significantly reduced rice tillering.

The dry weights of rice seedling applied As were lower than that in the control (Table 2). The result showed that higher arsenic concentration reduced dry weight. There were not significant different between 40, 60 and 80 mg As kg^{-1} treatment but tended to decrease during As application. This is consistent with the results of Rahman *et al*. (2007) which arsenic toxicity reduced rice growth, total chlorophyll content and yield and apply As concentration from 60 and 90 mg kg^{-1} cause rice plant died at panicle initiative stage. Islam and Jahiruddin (2010) showed that addition of As concentration on soil (15 and 30 mg kg^{-1}) has influenced toxicity with significantly diminished rice straw and grain yield by lessening tiller and grain set. Similarly, Abedin *et al*. (2002) also found that increasing arsenate concentration in irrigation water significantly decreased rice root biomass.

4. Effect of arsenic concentration on arsenic and nutrient concentration in plant tissue

Total arsenic concentration in dry weight of rice seedling tended to increase with increasing arsenic concentration. This is consistent with the results of Pigna *et al*. (2012) which found that total arsenic concentration in root and shoot of tomato plant increased significantly with increasing arsenic

concentration. Another studied found that arsenic concentration in root and shoot of winter wheat under hydroponic condition increased with arsenic addition but there were no significantly different between 15 and 20 mg L^{-1} (Lui *et al*., 2008). In addition, our study found that N, P and K concentration in rice tissue were decreased with increasing arsenic concentration. This result was supported by Shaibur and Kawai (2010), phosphorus concentration on Japanese mustard decreased with applied arsenic 67μM in hydroponic. Moreover, added As ≥10 mg L^{-1}, K concentration in plant decreased but added As ≥15 mg L^{-1}, N in root and shoot decreased. P concentration in shoot and root also increased with arsenic concentration increased up to 5 mg L^{-1} but higher level of arsenic, P concentration decreased (Lui *et al*., 2008). Decreasing phosphorus concentration in plant might be due to As and P that having similar electron configurations and chemical properties. Because of they behave similarly in many ways in soil-plant system. Therefore, they compete for the same sorption sites in the root apoplast and the same uptake carriers in root plasma lemma (Catarecha *et al*., 2007).

Table 2 Tiller numbers and dry weight of Hawm Klong Luang 1 rice seedlings with different arsenic concentrations at week 1 (24 days), week 2 (31 days), week 3 (38 days) and week 4 (45 days)

Treatment	Tiller number				Dry weight at week 4
	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	(g)
Control	1.67	3.00^{a}	6.33^{a}	11.33^{a}	8.53^{a}
As_{20}	1.33	2.33^{a}	3.33^{b}	4.33^{b}	2.46^{b}
As_{40}	1.33	2.00^{ab}	2.67^{b}	2.67^{bc}	1.14^{c}
As_{60}	1.00	1.00^{b}	1.00^{c}	1.00^{c}	0.22^{c}
As_{80}	1.00	1.00^{b}	1.00^{c}	1.00^{c}	0.13^{c}
F-test	NS	*	*	*	*
CV (%)	35.30	36.61	27.02	30.28	24.90

$^{a-c}$ Means within the same column followed by the same letters were not significantly different ($p>0.05$) by DMRT.
ns = not significant, * = significant at $p \leq 0.05$.

Table 3 Effect of different of arsenic concentrations on total arsenic concentration and nutrient (N, P and K) concentrations in rice plant tissue

Treatment	Total As	Total N	Total P	Total K
	(mg kg^{-1})	(g kg^{-1})	(g kg^{-1})	(g kg^{-1})
Control	58.25±3.69	35.77±2.53	2.15±0.38	19.63±3.31
As_{20}	447.16±93.27	26.71±3.48	1.09±0.60	14.78±5.44
As_{40}	666.62±90.34	17.50±1.64	0.58±0.12	11.21±0.79
As_{60}	438.52*	17.04*	0.55*	14.28*
As_{80}	834.46*	18.02*	0.57*	11.74*

* Plant sample from 3 replicates were mixed because the samples were not enough for plant analysis.

CONCLUSION

The increasing As concentration increased toxicity symptom in rice plant. As concentration at 20 mg kg^{-1} that begin to appear As toxicity symptom. Arsenic applied in soil from 20 to 80 mg As kg^{-1} has toxicity on rice seedling by showing visible symptoms on lower leaves. In addition, arsenic toxicity decreased plant height, tiller numbers and interrupt root growth. Moreover, it decreased dry weight significantly comparing treatment without arsenic application. Some macronutrient (N, P and K) tended to decrease with increasing arsenic application. Furthermore, arsenic present in plant biomass can enter to human body through food chain. Therefore, arsenic risk soil should be considered to remove from soils.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was financially supported by Graduate School and Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University.

REFERENCES

Abedin, M.J., J. Cotter-Howells and A.A. Meharg. 2002. Arsenic uptake and accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) irrigated with contaminated water. **Plant Soil** 240: 311–319.

Azad, M.A.K., A.H.M.F.K. Mondal, M.I. Hussaian and M. Moniruzzaman. 2012. Effect of arsenic amended irrigation water on growth and yield of BR-11 Rice (Oryza sativa L.) grown in open field Gangetic soil condition in Rajshahi. **Environ.Sci. & Natural resource**. 5: 55-59

Catarecha, P., DMa. Segura, JM. Franco-Zorrilla, B. García-Ponce, M. Lanza, R. Solano, J. Paz-Ares and A. A. Leyva. 2007. Mutant of the arabidopsis phosphate transporter PHT1;1 displays enhanced arsenic accumulation. **Plant Cell** 19:1123-1133.

Das, K., A.K. Mitra, P.K. Sengupta, A. Hossain, F. Islam and G.H Rabbani. 2004. Arsenic concentrations in rice, vegetables and fish in Bangladesh: Apreliminary study. **Environ. Int**. 30: 383-387.

Das, K., K. Ghosh, D.K. Das and S.K. Sanyal. 2013. Assessment of arsenic toxicity in rice plants in areas of West Bangal. **Chemicam Speciation and Bioavailability** 25: 201-2018.

Islam, R and M. Jahruddin. 2010. Effect of arsenic and its interaction with phosphorous on yield and arsenic accumulation in rice. **19th World Congress of Soil Science** 91-94.

Khan, A., M.R. Islam, G.M. Panaullah, J. Duxbury, M. Jahiruddin and R.H. Loeppert. 2010. Accumulation of arsenic in soil and rice under wetland condition in Bangladesh. **Plant Soil** 333: 263-274.

Lu, Y., F. Dong, C. Deacon, H.J. Chen, A. Raab and A.A Meharg. 2010. Arsenic accumulation and phosphorus status in two rice (Oryza Sativa L.) cultivars surveyed from fields in South China. **Environmental Pollution** 158: 1536-1541.

Lui, Q., C. HU, Q. Tan, X. SUN, J. SU and Y. Liang. 2008. Effect of As on As uptake, speciation and nutrient uptake by Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) under hydroponic conditions. **Journal of Environmental Sciences** 20: 326-331.

Lynch, J. 1999. Additional provisional elemental values for LKSD-1, LKSD-2, LKSD-3, LKSD-4, STSD-1, STSD-2, STSD-3 and STSD-4. Geostandards Newsletter. **The Journal of Geostandards and Geoanalysis** 23: 251-260.

Marin, A.R., P.H. Masscheleyn, W.H. Patrick Jr. 1993. Soil redox-pH stability of arsenic species and its influence on arsenic uptake by rice. **Plant and Soil** 152 (2): 245-253.

Meharg, A.A. 1994: Integrated tolerance mechanisms-constitutive and adaptive plant-responses to elevated metal concentrations in the environment. **Plant Cell Environ**.17: 989-993.

Meharg, A.A. and J. Hartley-whitaker. 2002. Arsenic uptake and metabolism in arsenic resistant and nonresistant plant species. **New phytologist** 154: 29-43.

Onthong, J. and C. Ponpakde. 2012. **Plant and Soil Analysis**. Hat Yai: Department of Earth Science Faculty of Natural Resources.

Pigna, M., A.G. Caperale, V. Cozzolino, C.F. Lopez, M.L. Mora., A. Sommella and A. Violante. 2012. Influence of phosphorus on the arsenic uptake by tomato (*Solanum lycopersicum* L.) irrigated with arsenic solution at four different concentrations. **Soil Science and Plant Nutrition** 12: 775-784

Pollution Control Department. 2004. Soil Quality Standard for Habitation and Agriculture. (Pollution Control Department in Thailand). http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.html#s1.

Rahman, M.A., H. Hasegaw, M.M. Rahman, M.N. Islam, M.A.M. Miah and A. Tasmen. 2007. Effect of arsenic on photosynthesis, growth and yield of five widely cultivated rice (*Oryza Sativa* L.) varieties in Bangladesh. **Chemosphere** 67: 1072-1079.

Shaibur, R. and S. Kawai. 2010. Effect of arsenic on nutritional composition of Japanese Mustard Spinach: An III Effect of arsenic on nutritional quality of a green leafty vegetable. **Nature and Science** 8:186-194.

Sriprachote. A., P. Kanyawongha, G. Pantuwan, K. Ochiai and T. Matoh. 2012. Evaluation of Thai rice cultivars with low-grain cadmium. **Soil Science and Plant Nutrition** 58: 568-572.

Taggart, M.A., M. Carlisle, D.J. Pain, R. Williams, D. Osborn, A. Joyson and A.A. Meharg. 2004. The distribution of arsenic in soils affected by the Aznalcollar mine spill, SW Spain. Sci. **Total Environ**. 323: 137-152.

Williams, P.N., A. Villada, C. Deacon, A. Raab, J. Figuerola, A.J. Green, J. Fieldmann and A.A. Meharg. 2007. Greatly enhanced arsenic shoot assimilation in rice leads to elevated grain levels compared to wheat and barley. **Environ. Sci. Technol**. 41: 6854-6859.

แนวทางการพัฒนา *Bacillus thuringiensis* JC590 ในรูปแบบผงแห้งและประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก, *Spodoptera litura* (F.)

Developmental Approach of *Bacillus thuringiensis* JC590 Dry Formulation and Efficiency for Controlling Common Cutworm, *Spodoptera litura* (F.)

รัตนาภรณ์ ช้างอยู่[1] จริยา จันทร์ไพแสง[1] และ ประกาย ราชณุวงษ์[1*]

Rattanaporn Changyoo[1], Jariya Chanpaiseang[1] and Prakai Rajchanuwong[1*]

บทคัดย่อ

การใช้อุณหภูมิ inlet air temperature ที่160°C และ outlet air temperature 80°C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่ออกมามีความเป็นผงมากกว่าอุณหภูมิอื่นและมีความชื้นในผงที่ได้น้อย เมื่อนำมาละลายน้ำก็มีความสามารถในการละลายได้ดี ชนิดของตัวพาได้แก่ แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลังมีผลต่อลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของผงผลิตภัณฑ์ โดยแป้งข้าวโพดมีค่าการละลายเท่ากับ 24.72% ซึ่งน้อยกว่าแป้งมันสำปะหลังที่มีสูงกว่าถึง 65.78% ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีสูตรที่มีแบคทีเรีย *B. thuringiensis* JC590 ในรูปแบบน้ำเข้มข้น, 15 % w/w gelatinized tapioca, 60 % w/w แป้งมันสำปะหลัง, 15 % w/w น้ำตาล sucrose, 5 % w/w skim milk, 5 % v/v Tween 20 and 0.25 v/v น้ำมันรำข้าว พบว่าเป็นผลิตภัณฑ์ผงแห้งที่มีความชื้นร้อยละ 2.66 จำนวนสปอร์ที่มีชีวิต $3.89\times10^{7}\pm1.32\times10^{7}$ สปอร์/มล. มีความสามารถในการทำให้หนอนกระทู้ผักตายร้อยละ 77.78 ผลิตภัณฑ์ผงแห้งจากการศึกษานี้เป็นพื้นฐานความรู้ในการพัฒนาสูตรอีกต่อไป เพื่อพัฒนาศักยภาพในการฆ่าแมลงให้สูงขึ้น

ABSTRACT

The optimum condition for spray drying was 160 °C for an inlet temperature and 80 °C for an outlet temperature. The dry product from this condition showed higher solid yield and lower moisture content than the other conditions. Carrier such as corn starch and tapioca starch affected on physical and biological property of dry product. Tapioca starch was a good carrier because it provided ability to suspend better than corn starch with 65.78% suspensibility. Formulation containing *B. thuringiensis* concentrated, 15 %w/w gelatinized tapioca, 60 %w/w tapioca starch, 15 %w/w sucrose, 5 %w/w skim milk, 5 %v/v Tween 20 and 0.25 v/v rice bran oil was found to be optimum in term of physical and biological properties of dry product. This formulation provided 102.21% suspensibility, 2.66% moisture content and $3.89\times10^{7}\pm1.32\times10^{7}$ viable spore/ml. Moreover this formula caused mortality with 77.78 of *S. litura*. This research is a fundamental knowledge for further development of dry formulation with a higher level of toxicity.

Key Words: *Bacillus thuringiensis*, sprayed-dry formulation

[*]Corresponding author; e-mail address: **fagrpkt@ku.ac.th**

[1]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

Bacillus thuringiensis JC590 เป็นสายพันธุ์หนึ่งที่แยกได้ในประเทศไทย ถูกจำแนกว่าเป็นสายพันธุ์ *kurstaki* (H3abc) สร้างผลึกโปรตีนคล้ายรูปปิรามิดคู่ฐานชนกัน สายพันธุ์นี้มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในแปลงคะน้า โดยมีค่า LC_{50} 4.47x10^3 spore/ml (จริยา และคณะ, 2544) จากการตรวจสอบคุณลักษณะทางพันธุกรรมของ JC590 ของ Poojitkanont *et al*. (2008) พบว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ไทยนี้มียีนสร้างผลึกโปรตีน (*cry* gene) ที่มีพิษกับแมลงในกลุ่ม lepidopteran หลายชนิดได้แก่ ยีน *cry* 1A(b) *cry*1C *cry* 1D *cry* 1E *cry* 1I และ *cry* 2A ตามลำดับ ซึ่งยีนทั้งหมดนี้อยู่บนโครโมโซมและพลาสมิด นักวิจัยหลายท่านได้นำเอา *B. thuringiensis* มาผลิตเป็นผงแห้งโดยผ่านกระบวน spray drying (Tamez-Guerra *et al.,* 1999) เนื่องจากรูปแบบผงแห้งในรูปแบบ wettable powder มีระยะเวลาในการเก็บรักษายาวนาน และสามารถรวมตัวกับน้ำได้ง่าย สะดวกต่อการนำไปใช้ฉีดพ่นด้วยเครื่องฉีดพ่น (Jones and Burges, 1998) จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการ spray drying คือ air temperature และสารตัวพา (carrier) (Teera-Arunsiri *et al.,* 2003) วัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อพัฒนาแนวทางการผลิตในรูปแบบผงแห้งโดยใช้กระบวนการ spray drying โดยศึกษาสภาวะในการปฏิบัติ ได้แก่ อุณหภูมิเข้า อุณหภูมิออก อัตราการไหล การใช้ *B. thuringiensis* JC590 ในรูปแบบตะกอนและรูปแบบน้ำเข้มข้น สารพา (carrier) ต่างๆ และสูตรที่เหมาะสมในการผลิต *B. thuringiensis* JC590 ในรูปแบบผงแห้ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงแห้งที่ยังคงคุณสมบัติในการฆ่าแมลงและสามารถใช้งานได้เทียบเท่าผลิตภัณฑ์ทางการค้า

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพาะเลี้ยงขยายและการแยกเซลล์ สปอร์ และผลึกโปรตีน

ผลิตกล้าเชื้อ *B. thuringiensis* JC590 ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ NB จากนั้นเข้าเครื่องเขย่าที่ 250 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นมาปั่นเหวี่ยง (centrifugation) ที่ 8,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 25 นาที เทส่วนที่เป็นของเหลวทิ้งแล้วเก็บส่วนของแข็งที่ประกอบด้วยเซลล์ สปอร์ และผลึกโปรตีน เติม potassium sorbate 0.5% เพื่อป้องกันการปนเปื้อน จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ 4-5°C เพื่อรอการนำไปสู่การทำให้แห้ง

การทำ *B. thuringiensis* JC590 ให้แห้งโดยกระบวนการ spray drying

การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้ง นำของผสมที่ประกอบด้วย ตะกอนเซลล์ สปอร์และผลึกโปรตีน 10% w/w Gelatinized corn 15% w/w Sucrose 15% w/w และแป้งข้าวโพด 60% w/w ผสมทุกส่วนประกอบให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยให้ค่าประมาณ solid content 30% นำเข้าเครื่อง spray dryer (Mobile Minor Spray Dryer, GEA-Niro, Copenhagen, Denmark) ใช้อุณหภูมิออก (outlet air) ที่ 60-80°C และอุณหภูมิเข้า (inlet air) ที่ 120-160°C

การศึกษาชนิดของตัวพา (carrier) โดยเปรียบเทียบระหว่างแป้งข้าวโพด (corn) และแป้งมันสำปะหลัง (tapioca) โดยนำของผสมที่ประกอบด้วย ตะกอนเซลล์ สปอร์และผลึกโปรตีน 10% w/w Sucrose 15% w/w Gelatinized corn หรือ Gelatinized tapioca 15% w/w และแป้งข้าวโพด หรือแป้งมันสำปะหลัง 60% w/w ผสมทุกส่วนประกอบให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยให้มีค่าประมาณ solid content 30% นำเข้าเครื่อง spray dryer โดยใช้

อุณหภูมิ outlet air ที่ 80°C inlet air ที่ 160°C เมื่อได้ทราบสภาวะที่เหมาะสมของการใช้อุณหภูมิเข้า อุณหภูมิออก และสารตัวพา จึงมาทำการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิต *B. thuringiensis* JC590 โดยมีการเติมสารกระตุ้นการกินอาหารของแมลง สารลดแรงตึงผิว สารช่วยในการคงสภาพ (stability) ซึ่งรายละเอียดของส่วนผสมแต่ละสูตรแสดงในตารางที่ 1

Table 1 List of ingredients used in the formulation A1-A4

Ingredients	Amount (g)	Formulation			
		A1	A2	A3	A4
B. thuringiensis suspension		✓	✓	✓	✓
Gelatinized tapioca (% w/w)	15	✓	✓	✓	✓
Tapioca starch (% w/w)	60	✓	✓	✓	✓
Sucrose (% w/w)	15	✓	✓	-	-
Maltodextrin (% w/w)	20	-	-	✓	✓
Skimmilk (% w/w)	5	✓	✓	-	-
Tween 20 (% w/w)	5	✓	✓	✓	✓
Rice bran oil (% w/w)	0.25	✓	-	✓	-
Corn oil (% w/w)	0.25	-	✓	-	✓

การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ

ทำการเก็บผลิตภัณฑ์หลังการทำให้แห้งในถุงที่มีการปิดผนึกแบบสุญญากาศและเก็บไว้ในโถดูดความชื้นที่อุณหภูมิห้องเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพที่ประกอบด้วยการหาเปอร์เซ็นต์การละลายน้ำ (suspensibility) (อรุณรัตน์, 2545) และการหาปริมาณความชื้นโดยวิธีอบแห้ง (AOAC, 1990)

ส่วนการตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวภาพนั้นจะหาจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตทั้งหมดและจำนวนสปอร์ทั้งหมดและการทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนกระทู้ผักในสภาพห้องปฏิบัติการ บันทึกข้อมูลและวิเคราะห์หาค่าการตายที่แท้จริง โดย Abbott's formula (Abbott, 1925)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

อุณหภูมิ outlet air temperature และ inlet air temperature ที่เหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์แห้ง

ปริมาณความชื้นที่ตรวจพบในผงแห้งจากการใช้อุณหภูมิที่ต่างกัน พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิมากขึ้นปริมาณความชื้นที่อยู่ในผลิตภัณฑ์จะลดลง โดยที่ inlet air ที่ 160°C และ outlet air 80°C มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 1.37 รองลงมาคือ inlet air ที่ 140°C และoutlet air 70°C , inlet air ที่ 120°C และ outlet air 60°C มีร้อยละของความชื้นในผลิตภัณฑ์เท่ากับ 2.3 และ 2.56 ตามลำดับ ค่าการละลายของผงที่ได้ในทุกกรรมวิธีเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า พบว่าที่ inlet air 160°C และ outlet air 80°C มีค่าร้อยละการละลายเท่ากับ 31.77

รองลงมาคือ inlet air ที่ 120°C และ outlet air 60°C , inlet air ที่ 140°C และ outlet air 70°C มีร้อยละการละลายเท่ากับ 20.91 และ 12.58 ตามลำดับ

ผลการตรวจสอบคุณลักษณะทางชีวภาพ พบว่าการใช้อุณหภูมิ inlet air ที่ 120°C และ outlet air ที่ 60°C มีจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตคือ $4.82\times10^{6} \pm 7.65\times10^{5}$ spore/ml สูงกว่าการใช้อุณหภูมิอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

การทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนกระทู้ผัก พบว่าผลิตภัณฑ์ผสมก่อนเข้าสู่การทำแห้ง ร้อยละการตายที่แท้จริงเท่ากับ 88.10 แต่ร้อยละการตายของหนอนกระทู้ผักจะลดลงเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการทำผงโดยกรรมวิธีที่ใช้ inlet air ที่ 160°C outlet air ที่ 80°C มีร้อยละการตายที่แท้จริงของหนอนกระทู้ผัก คือ 70.24 รองลงมาได้แก่ inlet air ที่ 140°C, outlet air ที่ 70°C และ inlet air ที่ 120°C , outlet air ที่ 60°C มีร้อยละการตายที่แท้จริงของหนอนกระทู้ผัก คือ 59.52 และ 41.62 ตามลำดับ

จากการวิจัยสรุปได้ว่าอุณหภูมิ inlet air ที่ 160°C และ outlet air ที่ 80°C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต *B. thuringiensis* JC590 รูปแบบผง โดยมีการออกมาเป็นผงมากกว่าอุณหภูมิอื่นและมีความชื้นในผงที่ได้น้อย เมื่อนำมาละลายน้ำมีความสามารถในละลายได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Teera–Arunsiri *et al*. (2003) ที่ใช้ inlet air 120-180°C และอุณหภูมิ outlet air เท่ากับ 60-85°C ทำให้ผลิตภัณฑ์ *B. thuringiensis* ให้อยู่ในรูปแบบผง และ Yang *et al.* (1994) ใช้ความร้อน outlet air ที่ 80°C ในการทำผง *B. thuringiensis* ซึ่งคงความสามารถในการฆ่าหนอนกระทู้หอม ได้ แต่อย่างไรก็ตามการมีชีวิตของสปอร์และประสิทธิภาพในการฆ่าตายของหนอนกระทู้ผักยังยังมีน้อยเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ก่อนการทำผง ดังนั้นจึงเป็นวิธีการต่อไปที่จะปรุงแต่งสูตรเพื่อให้การมีชีวิตของสปอร์และประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนกระทู้ผักมากขึ้น โดยการศึกษาการใช้สารตัวพาเพื่อรักษาสภาพของเชื้อในระหว่างการทำแห้ง

Table 2 Effect of inlet air temperature during spray drying on spore viability of *B. thuringiensis* spores of spray-dried powder

Treatment	Spore viability[1/] (spore/ml)
1. Before spray dry	$8.85 \times 10^{6} \pm 1.99 \times 10^{5}$a
2. 120°C inlet air: 60°C outlet air	$4.82 \times 10^{6} \pm 7.65 \times 10^{5}$b
3. 140°C inlet air: 70°C outlet air	$2.70 \times 10^{6} \pm 1.91 \times 10^{5}$c
4. 160°C inlet air: 80°C outlet air	$2.55 \times 10^{6} \pm 3.76 \times 10^{5}$c

[1/] Mean ± SE followed by the same letters were not significantly different at the 5% level as determined by DMRT

การศึกษาชนิดของตัวพาในการทำผลิตภัณฑ์ผง *B. thuringiensis* JC590

เมื่อผสมสารตัวพาที่เป็นแป้งข้าวโพดและมันสำปะหลังกับ *B. thuringiensis* JC590 จากนั้นผ่านกระบวนการทำแห้ง พบว่าผงแห้งที่ใช้แป้งข้าวโพดเป็นตัวพามีร้อยละความชื้นเท่ากับ 2.32 มีความสามารถในการ

ละลายเท่ากับ 24.72 ขณะที่ผงแห้งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวพามีร้อยละความชื้น 1.37 มีความสามารถในการละลายเท่ากับ 65.78 ลักษณะของผงเมื่อใช้สารตัวพาเป็นแป้งข้าวโพดผงที่ได้จับตัวเป็นก้อนมากกว่าการแป้งมันสำปะหลัง จำนวนสปอร์ที่มีชีวิตเมื่อใช้ตัวพาเป็นแป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อใช้ตัวพาเป็นแป้งข้าวโพด มีจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตเท่ากับ $3.93\times10^{5}\pm2.11\times10^{4}$ spore/ml ขณะที่ใช้ตัวพาเป็นแป้งมันสำปะหลัง มีจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตเท่ากับ $5.35\times10^{7}\pm6.82\times10^{6}$ spore/ml ประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ผักพบว่า การใช้แป้งข้าวโพดเป็นตัวพาทำให้หนอนกระทู้ผักมีร้อยละการตายที่แท้จริงเท่ากับ 70.24 ซึ่งมากกว่าการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวพาที่มีค่าร้อยละการตายที่แท้จริงเท่ากับ 69.05

แป้งข้าวโพดมีขนาดอนุภาคเล็กจึงมีความสามารถในการละลายน้ำที่ต่ำ เนื่องจากมีองค์ประกอบของอะไมโลสในปริมาณสูง ประมาณ 28-30% ซึ่งอะไมโลสจะทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น ทำให้เกิดการพองตัวได้น้อย รับอนุภาคของน้ำได้ต่ำ ส่วนแป้งมันสำปะหลังมีขนาดอนุภาคใหญ่ มีองค์ประกอบของอะไมโลสในปริมาณต่ำประมาณ 18-23% ทำให้ละลายน้ำได้ง่าย อีกทั้งยังมีคุณสมบัติช่วยลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยเกิดการละลายน้ำ ได้ดีที่อุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์ ประมาณ 58-70 องศาเซลเซียส (Chipendale and Ridgeway, 1974) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีกว่า นอกจากนี้แป้งมันสำปะหลังมักจะถูกนำมาใช้เป็นสารตัวพา เนื่องจากมีต้นทุนต่ำ สามารถหาได้ในพื้นที่ นอกจากนี้ยังสามารถเคลือบเซลล์ ผลึกโปรตีนและสปอร์ ระหว่างการ spray drying ส่วนการใช้ pregelatinized starch และน้ำตาลจะช่วยป้องกันแบคทีเรียบีทีจากรังสี UV (McGuire *et al*., 1996)

แต่เมื่อพิจารณาจากการตายของหนอนกระทู้ผักพบว่าการที่ใช้ตัวพาเป็นแป้งข้าวโพดจะทำให้หนอนกระทู้ผักตายได้มากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Gillespie *et al*. (1994) ที่รายงานว่าการใช้แป้งข้าวโพดจะทำให้หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*Ostrinia nubilalis* Hübner) กินได้มากกว่าการใช้แป้งอื่น ในการวิจัยนี้พบว่าการใช้แป้งมันสำปะหลังให้คุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพที่เหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็น *B. thuringiensis* JC590 รูปแบบผงแห้ง

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิต *B. thuringiensis* JC590 ในรูปแบบผงแห้ง

การศึกษาผงแห้ง *B. thuringiensis* JC590 ทั้ง 4 สูตร พบว่า สูตร A1 และสูตร A2 ผงแห้งที่ได้มีความละเอียดไม่จับตัวกันเป็นก้อน เมื่อนำมาตรวจสอบภายใต้กล้อง SEM พบว่า ในแต่ละเม็ดผงมีการเกาะกลุ่มกันเป็นก้อนและมีการเชื่อมต่อกันในแต่ละเม็ดผงอย่างหนาแน่น ซึ่งแตกต่างกับสูตร A3 และสูตร A4 ที่มีการจับเกาะกลุ่มเป็นก้อน โดยความแตกต่างนี้เกิดจากสารที่ใช้ปรุงแต่งได้แก่ ซูโครส หางนม กับ maltodextrin ซึ่งทั้งหมดนี้ใช้เป็นสารที่เคลือบเซลล์เพื่อรักษาความเสถียร (stability) เมื่อใช้ซูโครสและหางนมจะพบว่าผงที่ได้มีความละเอียดไม่เกาะกลุ่มกันเป็นก้อน ขณะที่การ maltodextrin ผงที่ได้จะมีการเกาะกลุ่มเป็นก้อนได้ในระยะเวลาอันรวดเร็วเมื่อได้สัมผัสกับอากาศ (Figure 1)

ร้อยละความชื้นของผงแห้งที่ได้จากสูตร A1 และสูตรอื่นๆ มีค่าระหว่าง 2.10 ถึง 2.89 ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสม เนื่องจากในการพิจารณาสูตรผงแห้งนั้น ความชื้นในผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ควรเกินร้อยละ 6 เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดการปนเปื้อนจากราและยีสต์ โดย Burges (1998) รายงานว่า ถ้าหากมีความชื้นในผลิตภัณฑ์ที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ง่าย เพราะเชื้อราสามารถที่จะเจริญได้ดีในที่ที่มีความชื้นเล็กน้อย

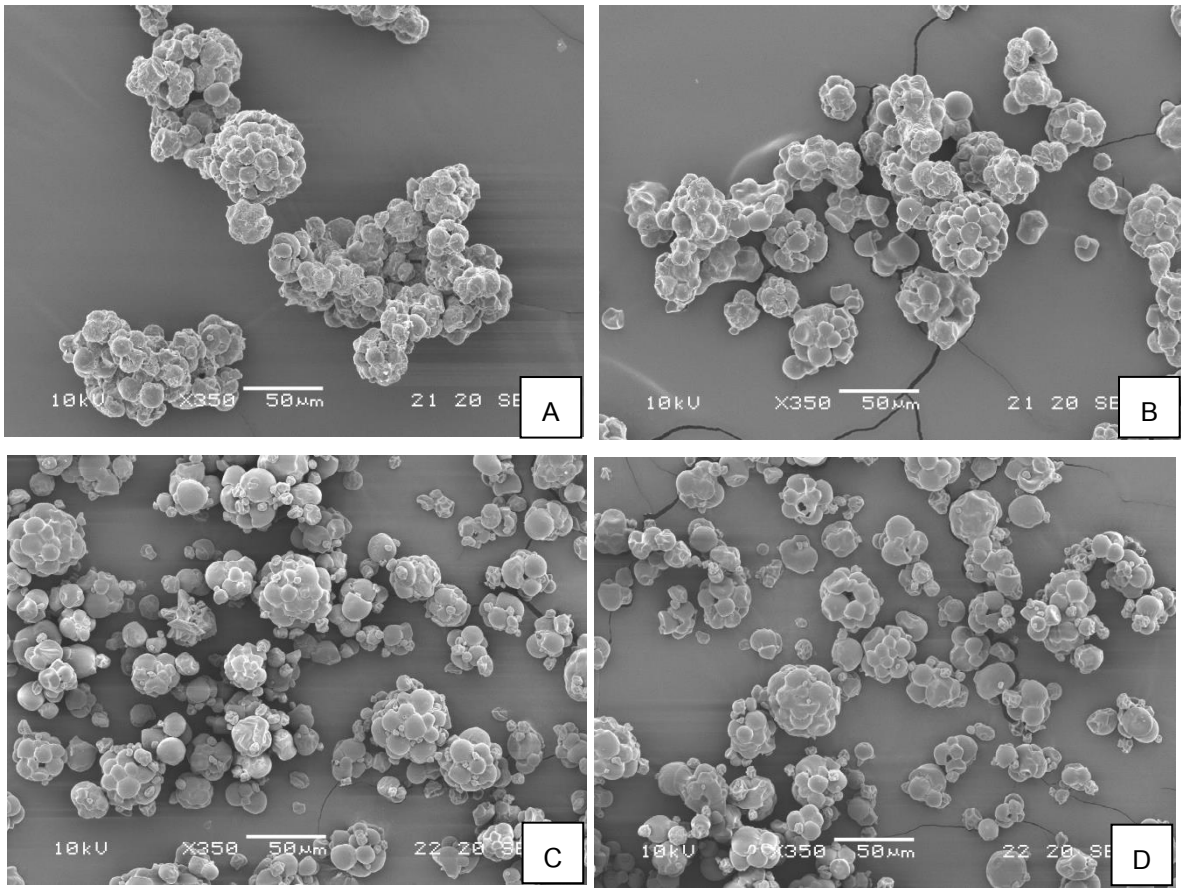


Figure 1 Scanning electron microscope of a spray-dried powder: A: formulation A1 B: formulation A2 C: formulation A3 D: formulation A4

ความสามารถในการละลาย สูตร A1 มีความสามารถในการละลายสูงที่สุด คือ ร้อยละ 100 รองลงมาได้แก่ สูตร A2, A3 และ A4 โดยมีค่าการละลายเท่ากับร้อยละ 96.56, 90.56 และ 76.72 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นๆ ประสิทธิภาพในการละลายของผงแห้งที่ได้จากสูตร A1 มีค่าสูงอาจเนื่องมากจากมีการเติม Tween 20 ซึ่ง Tween 20 เป็นสาร wetting agent ที่ลดการตึงผิวและทำให้อนุภาคของผงผลิตภัณฑ์ละลายน้ำได้ดี (Burges, 1998)

เมื่อพิจารณาจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตของผงแห้ง *B. thuringiensis* JC590 จำนวน 4 สูตร สูตร A1 มีจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตมากที่สุดเท่ากับ 3.89×10^{7} spore/ml แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตร A2, A3 และ A4 ซึ่งมีจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตเท่ากับ 2.55×10^{7} , 2.40×10^{7} และ 1.75×10^{7} spore/ml ขณะที่ประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก สูตร A1 ทำให้หนอนกระทู้ผักตายร้อยละ 76.74 รองลงมาคือสูตร A3, A2 และ A4 มีค่าการตายร้อยละ 68, 54.65 และ 50 ตามลำดับ การที่สูตร A1 ทำให้หนอนกระทู้ผักตายมากกว่าสูตรอื่นอาจมาจาก การมีน้ำมันรำข้าวซึ่งเป็นตัวช่วยในการกระตุ้นการกิน (Tamez-Guerra *et al*., 1999; Bartelt *et al*., 1990) นอกจากนี้ในสูตร A1 มีส่วนผสมของน้ำตาล sucrose ที่นอกจากจะช่วยรักษาความเสถียรแล้วก็ยังถือว่าเป็นสารกระตุ้นการกิน (McGuire and Shaaha,1990, Potts, 1999)

จากการนำข้อมูลทางกายภาพและชีวภาพของแต่ละสูตรเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ พบว่าสูตร A1 เป็นสูตรที่มีคุณลักษณะที่ตรวจสอบที่ดีที่สุดในทุกสูตรที่ปรุงแต่ง คือ มีค่าความชื้นร้อยละ 2.66 ความสามารถในการละลายร้อยละ 100 จำนวนสปอร์ที่มีชีวิต เท่ากับ 3.89×10^{7} สปอร์/มล. มีความสามารถในการทำให้หนอนกระทู้ผักตายร้อยละ 76.74 แต่อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถดีเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์ทางการค้า โดยเฉพาะประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง ซึ่งต้องทำการปรุงแต่งและเพิ่มสารอื่นๆ เข้าไปอีก และยังคงต้องพัฒนางานวิจัยในขั้นต่อไป

สรุป

การใช้อุณหภูมิ inlet air ที่ 160°C และ outlet air 80°C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต *B. thuringiensis* JC590 แบบผง โดยมีการออกมาเป็นผงมากกว่าอุณหภูมิอื่นและมีความชื้นในผงที่ได้น้อย เมื่อนำมาละลายน้ำก็มีความสามารถในการละลายได้ดีที่สุด การใช้แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวโพดเป็นตัวพามีคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของทั้งสองไม่แตกต่างกันมากนัก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติในการละลายพบว่าเมื่อใช้ตัวพาเป็นแป้งมันสำปะหลังจะมีค่าการละลายที่มีสูงถึงร้อยละ 65.78 จากการศึกษาเมื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสนับสนุนเพื่อปรุงแต่งสูตรแบคทีเรียบีทีผงแห้งในรูปของผลิตภัณฑ์ สามารถปรุงแต่งสูตรออกมาเป็น 4 สูตร คือ สูตร A1 สูตร A2 สูตร A3 และ สูตร A4 โดยพิจารณาจากการตรวจสอบข้อมูลทางกายภาพและชีวภาพของแต่ละสูตรเป็นเกณฑ์ในการตัดสินสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์บีทีผงแห้งที่ดี พบว่า สูตร A1 เป็นสูตรที่มีข้อมูลทางกายภาพและชีวภาพจากการตรวจสอบดีที่สุดจากในทุกสูตรที่ปรุงแต่งมาคือ มีค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.66 ความสามารถในการละลายเท่ากับร้อยละ 100 จำนวนสปอร์ที่มีชีวิตเท่ากับ $3.89\times10^{7}\pm1.32\times10^{7}$ สปอร์/มล. และมีความสามารถในการทำให้หนอนกระทู้ผักตายเท่ากับร้อยละ 77.78 ซึ่งทำให้หนอนกระทู้ผักตายมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

จริยา จันทร์ไพแสง, ปทุมพร ฉิมอเนก และเลาจนา เชาวนาดิศัย. 2544. **ความหลากหลายของสายพันธุ์ *Bacillus thuringiensis* ที่พบในประเทศไทยและประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช**. รายงานการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

อรุณรัตน์ ตีรอรุณศิริ. 2545. **การเตรียม *Bacillus thuringiensis* JC590 สูตรผงเพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยมหิดล.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **J. Econ**. 18: 265-267.

AOAC. 1990. **Official Method of Analysis**. 14th ed.The Association of Official Chemists Arlington, Virginia.

Bartelt, R.J., M.R. McGuire and D.A. Black. 1990. Feeding stimulants for the European corn borer (Lepidoptera: Phyralidae): additives to a starch-based formulation for *Bacillus thuringiensis*. **Environ Entomol**. 19: 182-189.

Burges, H.D. 1998. **Formulation of Microbial Biopesticide; Beneficial Microorganism, Nematodes and Seed Trements**. Kluwer Academic Publishers, London.

Chippendale, G.M. and G.P.V. Ridgeway. 1974. Dietary carbohydrates: role in feeding behavious and growth of the southwestern corn borer, *Deatraea grandiosella*. **J. Insect. Physiol**. 20: 751-759.

Gillespie, R.L., M.R. McGuire and B.S. Shasha. 1994. Palatability of flour granular formulations to European corn borer larvae (Lepidoptera: Pyralidae). **J. Econ. Entomol**. 87: 452-457.

Jones, K.A. and H.D. Burges. 1998. Technology of formulation and application, pp. 7-30. *In* H.D. Burges, ed. **Formulation of Microbial Biopesticide: Beneficial Micro-organisms, Nematode and Seed Treatments**. Dordrecht, Netherland: Kluwer Academic Publishers, London.

McGuire, M.R. and B.S. Shasha. 1990. Sprayable self-encapsulating starch formulations for *Bacillus thuringiensis*. **J. Econ. Entomol**. 83: 1813-1817.

McGuire, M.R., B.S. Shasha, C.E. Eastman and H. Oloumi-Sadeghi. 1996. Starch-and flour-based sprayable formulation: effect on rainfastness and solar stability of *Bacillus thuringiensis*. **J. Econ. Entomol**. 89: 863-869.

Poojitkanont, Y., S. Keawsompong and J. Chanpaisaeng. 2008. Identification and characterization of cry genes coding for insecticidal crystal protein in *Bacillus thuringiensis* JC590. **Kasetsart J. (Nat. Sci)**. 42: 51-60.

Potts, L. 1999. Feeding stimulants and semiochemicals as pest management tools. Available Source: Rate http:// www.colostate.edu./Depts/Entomology/course/en507/paper_1999/ potts.htm,

Tamez-Guerra, P., C. Garcia-Gutiérrez, H. Medrano-Roldán, L.J. Galán-Wong and C.F. Sandoval-Coronado. 1999. Spray-dried microencapsulated *Bacillus thuringiensis* formulations for the control of *Epilachna varivestis* Mulsant. **Southwestern Entomologist** 24: 37-48.

Teera-Arunsiri, A.M. Suphantharika and U. Ketnuti. 2003. Preparation of spray-dried wettable power formulations of *Bacillus thuringiensis* based biopesticides. **J. Econ. Entomol**. 96: 292-299

Yang, C.C.I.H. Pan, M.H. Chen, S-S. Kao and Y-S. Tsai. 1994. **Method for the preparation of biological formulation containing starch and *Bacillus thuringiensis***. US Patent 5,352,597.

การคัดเลือกจีโนมของมะเขือเทศโดยวิธีปกติและการถ่วงน้ำหนักของลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

Genomic Selection of Total Soluble Solids in Tomato Using Non-Shrinkage and Shrinkage Estimation Methods

ภาสกร ฟุ้งฟู[1, 2], Mathilde Causse[3], Christopher Sauvage[3] และ เจนจิรา ดวงจิต[1, 2*]

Phasakorn Fungfoo[1, 2], Mathilde Causse[3], Christopher Sauvage[3] and Janejira Duangjit[1, 2*]

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการคัดเลือกจีโนมเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าอิทธิพลของพันธุกรรมในการทำนายลักษณะด้วยแบบจำลองเชิงเส้นผสม ผ่านการประมาณค่าด้วย ridge-regression best linear unbiased prediction (rrBLUP) แบบเพิ่มการถ่วงน้ำหนักและไม่เพิ่มการถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับปรุงค่าพันธุกรรม ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศจำนวน 163 ตัวอย่าง ทำนายโดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรมจำนวน 100 300 600 900 1,200 1,500 1,800 และ 2,100 ตำแหน่ง ที่สุ่มจากเครื่องหมายพันธุกรรมที่มีทั้งหมด 5,995 ตำแหน่ง ผลการทดลองพบว่าการทำนายโดยใช้จำนวนเครื่องหมายพันธุกรรมจำนวน 2,100 ตำแหน่งมีค่าความแม่นยำสูงที่สุด การเปรียบเทียบความแม่นยำที่ได้จากการประมาณค่าทั้งสองแบบพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าตัวประมาณค่าแบบถ่วงน้ำหนักจะช่วยปรับค่าทำนายให้มีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อทำนายโดยเครื่องหมายพันธุกรรมจำนวนน้อย และเมื่อคัดเลือกตัวอย่างที่มีค่าสูงที่สุด 5 อันดับแรกจากการทำนาย พบว่าตัวอย่างที่มีค่าวัดได้จริงสูงที่สุดเป็นหนึ่งในตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือกเช่นกัน

ABSTRACT

The objective of this research was to perform genomic selection and compare the efficiency of genetic parameter estimation in linear mixed model utilizing shrinked ridge-regression best linear unbiased prediction (rrBLUP) and non-shrinked rrBLUP. Data of total soluble solid component in a set of 163 tomato accessions was used to predict with 100 300 600 900 1,200 1,500 1,800 and 2,100 markers, randomly picked from a set of 5,995 markers. The results showed that prediction using 2,100 markers provided the highest mean of prediction accuracy. By comparing means of accuracies in both methods (shrinked and non-shrinked approaches), results showed no significant difference. This study suggested that estimation by shrinked rrBLUP could improve the accuracies when predicted with low number of markers. Furthermore, the top five individuals selected using prediction values matched the best phenotype individual evaluated in the field.

Key Words: genomic selection, tomato breeding, total soluble solids

* Corresponding author; e-mail address: **janejira.d@ku.th**

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10900

[2]Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok 10900, Thailand

[3]INRA, UR1052 GAFL, Génétique et Amélioration des Fruits et Légumes, 67 allée des chênes, 84143 Montfavet cedex, France

คำนำ

มะเขือเทศเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย คนทั่วไปนิยมนำส่วนของผลมาใช้เพื่อบริโภคสดและใช้ประกอบอาหาร รวมถึงส่งโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูป นอกจากนั้นมะเขือเทศยังถูกใช้เป็นพืชโมเดลที่สำคัญในการศึกษาเชิงพันธุศาสตร์ของพืชในกลุ่มที่ให้ผลสดอีกด้วย (Foolad, 2007; Passam *et al*., 2007) ผลของมะเขือเทศนั้นอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่มีประโยชน์หลากหลาย รวมถึงไลโคปีน (Lycopene) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในมะเขือเทศ (Rao and Agarwal, 1999; Giovannucci, 2002) การรวบรวมและเขียนบทความปริทัศน์ไว้โดยนักวิจัยหลายท่านกล่าวถึงความสำคัญของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids: TSS) ว่ามีผลต่อรสชาติของผลในกรณีที่บริโภคสด ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งและรสชาติในกรณีที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณน้ำตาลและกรดอินทรีย์ที่อยู่ภายในผล (Thakur *et al*., 1996; Heuvelink, 2005) จึงมีการนำค่าดังกล่าวมาใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพของผลผลิต (Foolad, 2007) สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ลักษณะต่าง ๆ รวมถึงการเพิ่มปริมาณ TSS ได้มีการนำเครื่องหมายพันธุกรรมเข้ามาช่วยในการคัดเลือก (marker assisted selection หรือ MAS) ดังมีการรวบรวมถึงตำแหน่งของยีนและ QTL ที่ควบคุมลักษณะดังกล่าวของมะเขือเทศสปีชีส์ต่างๆ เช่น *S. chmielewskii S. cheesmanii S. pennellii S. pimpinellifolium S. peruvianum S. hirsutum S. parviflorum S. esculentum* ไว้โดย Foolad (2007) ซึ่งล้วนแต่เป็นผลมาจากการศึกษาโดยการสร้างกลุ่มประชากรขึ้นมาจากการผสมพ่อและแม่พันธุ์ และในบางประชากรพบจำนวน QTL มากถึง 23 ตำแหน่ง วิธีการคัดเลือกโดยการนำเครื่องหมายพันธุกรรมมาช่วยในกรณีดังกล่าวยังมีข้อจำกัดต่อการคัดเลือกลักษณะเชิงปริมาณซึ่งความแปรปรวนของลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่ง (polygene) จึงมีการพัฒนาการคัดเลือกขึ้นใหม่โดย Meuwissen *et al*. (2001) ซึ่งใช้ชื่อว่าการคัดเลือกจีโนม (genomic selection) เป็นการทำนายลักษณะในประชากรที่นำมาทดสอบด้วยโมเดลทางสถิติที่ผ่านการเรียนรู้รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ปรากฏและข้อมูลพันธุกรรมซึ่งก็คือเครื่องหมายพันธุกรรมสนิป (SNPs) ทั้งนี้ข้อดีของการใช้การคัดเลือกจีโนมคือศักยภาพที่สูงขึ้นในการคัดเลือก เนื่องจากเป็นการใช้ข้อมูลพันธุกรรมที่กระจายอยู่ทั่วทั้งจีโนมมาพิจารณาและสามารถคัดเลือกพืชได้ตั้งแต่ระยะต้นกล้าทันทีที่สามารถสกัดดีเอ็นเอได้ จึงเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพและช่วยลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ (Kumar *et al*., 2012) ท้ายที่สุดก็จะส่งผลให้มีความก้าวหน้าทางพันธุกรรม (genetic gain) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Heffner *et al*., 2009) ปัจจุบันการคัดเลือกจีโนมได้มีความสนใจใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นในพืช ซึ่งศักยภาพของการใช้การคัดเลือกจีโนมในพืชได้ถูกรวบรวมไว้มากมายในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา (Jonas and de Koning, 2013; Desta and Ortiz, 2014) ทั้งนี้ค่าความแม่นยำของการทำนายถือเป็นสิ่งสำคัญที่นักปรับปรุงพันธุ์ควรพิจารณา เพราะยิ่งค่าความแม่นยำสูงการคัดเลือกพืชก็จะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีหลากหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำของการทำนาย เช่น จำนวนเครื่องหมายพันธุกรรม ขนาดของประชากรที่ใช้ในการฝึกหัดโมเดล ความเกี่ยวเนื่องทางพันธุกรรมระหว่างกลุ่มฝึกหัดโมเดลและกลุ่มทดสอบ รวมถึงชนิดของโมเดลที่ใช้ในการทำนายลักษณะ เป็นต้น (Riedelsheimer *et al*., 2012; Würschum *et al*., 2013; Duangjit *et al*., 2016) สำหรับมะเขือเทศได้ทดลองใช้วิธีการคัดเลือกจีโนมและพบว่ามีศักยภาพที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ รวมถึงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Duangjit *et al*., 2016; Yamamoto *et al*., 2016a, 2016b) ในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมาจึงเกิดความพยายามในการพัฒนาความสามารถในการทำนาย โดยหลายวิธี เช่น การใช้โมเดลแบบต่างๆ (Heslot *et al*., 2012) หรือการ

ใช้การประเมินอิทธิพลของพันธุกรรมแบบถ่วงน้ำหนัก (shrinkage estimation) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการทำนายลักษณะ (Endelman *et al*., 2012) เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแม่นยำของการทำนายลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในมะเขือเทศ โดยเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบปกติและแบบถ่วงน้ำหนักร่วมกับการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในจำนวนที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ศึกษาใช้ข้อมูลมะเขือเทศจำนวน 163 ตัวอย่างซึ่งประกอบด้วย 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Solanum lycopersicum* จำนวน 28 ตัวอย่าง, *Solanum pimpinelifolium* จำนวน 16 ตัวอย่าง และ *Solanum lycopersicum* var *cerasiforme* จำนวน 119 ตัวอย่าง ตัวอย่างทั้งหมดได้ถูกเก็บข้อมูลทางจีโนไทป์โดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรมสนิป จำนวน 5,995 ตำแหน่ง และได้ปลูกทดสอบและวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยปลูกในโรงเรือนที่ควบคุมสภาพแวดล้อม ของสถาบันวิจัย Institut national de la recherche agronomique (INRA) เมืองอาวีญง ประเทศฝรั่งเศส ในปี ค.ศ. 2007 และ 2008 ซึ่งได้รายงานไว้ใน Xu *et al*. (2013), Sauvage *et al*. (2014) และ Duangjit *et al*. (2016)

แบบจำลองทางสถิติ

การทดลองครั้งนี้ทำนายค่าพันธุกรรมด้วยโมเดลเชิงเส้นแบบผสม (linear mixed model) ดังสมการที่ 1 จากประชากรทั้งหมดที่นำมาใช้ 163 ตัวอย่าง จะถูกแบ่งเป็นสองกลุ่มได้แก่ กลุ่มประชากรฝึกหัดโมเดลจำนวน 122 ตัวอย่าง และกลุ่มประชากรที่ถูกทดสอบจำนวน 41 ตัวอย่าง ประมาณค่าอิทธิพลของเครื่องหมายพันธุกรรม (b) จากข้อมูลของกลุ่มฝึกหัดโมเดลด้วยวิธี ridge regression best linear unbiased prediction (rrBLUP) ที่มีการคำนวณแบบปกติดังสมการที่ 2 และแบบเพิ่มค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (shrinkage estimator) ดังสมการที่ 3 การทำนายจะใช้เครื่องหมายพันธุกรรมสนิป ตั้งแต่ 100 300 600 900 1,200 1,500 1,800 และ 2,100 ตำแหน่งตามลำดับ ซึ่งแต่ละรอบจะมีการทำนายผลซ้ำจำนวน 30 ครั้ง ค่าที่ทำนายได้จะถูกนำมาหาค่าความสัมพันธ์กับค่าที่วัดได้จริงที่มีการบันทึกไว้เพื่อตรวจสอบความแม่นยำ ในส่วนของผลการทดลองได้รายงานค่าเฉลี่ยกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความแม่นยำ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบ corrected paired t- test (Bouckaert and Frank, 2004)

$$y = \mu + Xb + e \qquad \text{(สมการที่ 1)}$$

โดยกำหนดให้

y = เวคเตอร์ของค่าสังเกต

μ = เวคเตอร์ของค่าเฉลี่ยประชากร

b = เวคเตอร์อิทธิพลของเครื่องหมายพันธุกรรมแต่ละตำแหน่ง

X = เมทริกซ์การปรากฏของอิทธิพลของเครื่องหมายพันธุกรรม

e = เวคเตอร์ของค่าความคลาดเคลื่อน

การประมาณค่าอิทธิพลของพันธุกรรม (b) ซึ่งเป็นอิทธิพลแบบสุ่มโดยใช้ตัวประมาณค่าชนิด rrBLUP แบบปกติ (สมการที่ 2) และแบบถ่วงน้ำหนัก (สมการที่ 3)

$$b = \sigma^2 A V^{-1}(y - 1\mu) \quad \text{(สมการที่ 2)}$$

$$b^* = \sigma^2 A^* V^{-1}(y - 1\mu) \quad \text{(สมการที่ 3)}$$

b = เวคเตอร์อิทธิพลของเครื่องหมายพันธุกรรมแต่ละตำแหน่ง

b* = เวคเตอร์อิทธิพลของเครื่องหมายพันธุกรรมแต่ละตำแหน่งแบบมีการปรับค่า

σ^2 = องค์ประกอบความแปรปรวนของพันธุกรรม

A = เมทริกซ์ของความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

A* = เมทริกซ์ของความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบมีการถ่วงน้ำหนัก

V^{-1} = เมทริกซ์ผกผันของค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ

y = เวคเตอร์ค่าลักษณะปรากฏ

μ = เวคเตอร์ของค่าเฉลี่ยประชากร

$$A^* = \delta T + (1-\delta) A \quad \text{(สมการที่ 4)}$$

A* = เมทริกซ์ของความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบมีการถ่วงน้ำหนัก

δ = ระดับของการถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับค่าพันธุกรรม

T = ค่าเป้าหมายที่ใช้ปรับค่าพันธุกรรม

A = เมทริกซ์ของความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม R เวอร์ชั่น 3.3.2 (R Development Core Team, 2008) โดยใช้ package rrBLUP ที่ถูกพัฒนาโดย Endelman (2011)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ค่าความแม่นยำ (prediction ability)

การทำนายลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในมะเขือเทศด้วยวิธีการคัดเลือกจีโนม (genomic selection) โดยเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของการทำนายเมื่อใช้ตัวประมาณค่าอิทธิพลของพันธุกรรมวิธี rrBLUP แบบปกติ (non-shrinkage estimation) และแบบถ่วงน้ำหนัก (shrinkage estimation) ที่เครื่องหมายพันธุกรรมจำนวน 100 300 600 900 1,200 1,500 1,800 และ 2,100 ตำแหน่ง พบว่าความแม่นยำเฉลี่ยของการทำนายโดยใช้การประมาณค่าพันธุกรรมแบบปกติและแบบถ่วงน้ำหนักมีค่าอยู่ในช่วง 0.28 ± 0.07 ถึง 0.45 ± 0.02 และ 0.33 ± 0.06 ถึง 0.46 ± 0.02 ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งค่าความแม่นยำสูงสุดอยู่ที่ 0.46 ± 0.02 เมื่อใช้การทำนายโดยประมาณค่าพันธุกรรมแบบถ่วงน้ำหนักที่เครื่องหมายพันธุกรรมจำนวน 2,100 ตำแหน่ง นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ยความแม่นยำของแต่ละวิธีมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องหมายพันธุกรรมในการทำนายสอดคล้องกับงานทดลองของ Solberg *et al*. (2008), Desta *et al*. (2014) และ Duangjit *et al*. (2016) ซึ่งได้รายงานว่าจำนวนเครื่องหมายพันธุกรรมเป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดความแม่นยำให้กับการทำนาย ความจำเป็นในการใช้เครื่องหมายพันธุกรรมจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะของการถ่ายทอดไปด้วยกันของยีน (linkage disequilibrium) หากมีระยะสั้นจำเป็นจะต้องใช้เครื่องหมายพันธุกรรมจำนวนมาก ดังนั้นเมื่อความหนาแน่นของเครื่องหมายพันธุกรรมเพิ่มขึ้นการทำนายลักษณะจะมีความแม่นยำสูงขึ้นด้วย

ระดับของการถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับค่าพันธุกรรม (shrinkage intensity)

การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ rrBLUP ที่เพิ่มการถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับค่าพันธุกรรม เมื่อใช้เครื่องหมายพันธุกรรมจำนวนน้อย จะช่วยปรับค่าความแม่นยำของการทำนายให้สูงขึ้นได้ (Endelman and Jannink, 2012) จาก Table 1 แสดงระดับการถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับปรุงค่าพันธุกรรม พบว่าเมื่อใช้จำนวนเครื่องหมายพันธุกรรมจำนวน 100 ตำแหน่ง ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อยที่สุดจะทำให้มีระดับการถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับค่าพันธุกรรมที่มากที่สุด เนื่องจากเครื่องหมายพันธุกรรมแต่ละตำแหน่งที่กระจายอยู่ทั่วทั้งจีโนมมีความหนาแน่นต่ำ ดังนั้นโอกาสที่เครื่องหมายพันธุกรรมแต่ละตำแหน่งจะอยู่ใกล้กับยีนที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่สนใจจะลดลงตามไปด้วย โดยระดับการถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับค่าพันธุกรรมมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องหมายพันธุกรรมที่ใช้ในการทำนาย

Table 1 Prediction ability and shrinkage intensity predicted by ridge regression best linear unbiased prediction (rrBLUP) using different number of markers

Number of marker	Prediction ability		Optimal shrinkage intensity mean ± SD
	Non-Shrinked mean ± SD	Shrinked mean ± SD	
100	0.28 ± 0.07	0.33 ± 0.06	0.16 ± 0.03
300	0.38 ± 0.03	0.38 ± 0.06	0.06 ± 0.01
600	0.41 ± 0.04	0.43 ± 0.03	0.03 ± 0.00
900	0.42 ± 0.04	0.44 ± 0.02	0.02 ± 0.00
1,200	0.45 ± 0.02	0.44 ± 0.03	0.02 ± 0.00
1,500	0.45 ± 0.03	0.44 ± 0.02	0.01 ± 0.00
1,800	0.45 ± 0.02	0.45 ± 0.03	0.01 ± 0.00
2,100	0.45 ± 0.02	0.46 ± 0.02	0.01 ± 0.00

เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำนายลักษณะ (prediction ability)

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำนายลักษณะ ระหว่างการทำนายโดยใช้ตัวประมาณค่าพันธุกรรมแบบปกติ และแบบถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับค่าพันธุกรรม พบว่าวิธีการทำนายแบบถ่วงน้ำหนักจะมีค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่เมื่อใช้จำนวนเครื่องหมายพันธุกรรมตั้งแต่ 900 ตำแหน่งเป็นต้นไป ในขณะที่การทำนายแบบวิธีปกติจะเริ่มคงที่เมื่อใช้จำนวนเครื่องหมายพันธุกรรมจำนวน 1,200 ตำแหน่ง แสดงให้เห็นถึงผลจากการถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับค่าอิทธิพลของพันธุกรรมให้มีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อใช้เครื่องหมายพันธุกรรมจำนวนน้อย และช่วยลดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการทำนายด้วยเช่นกัน (Figure 1)

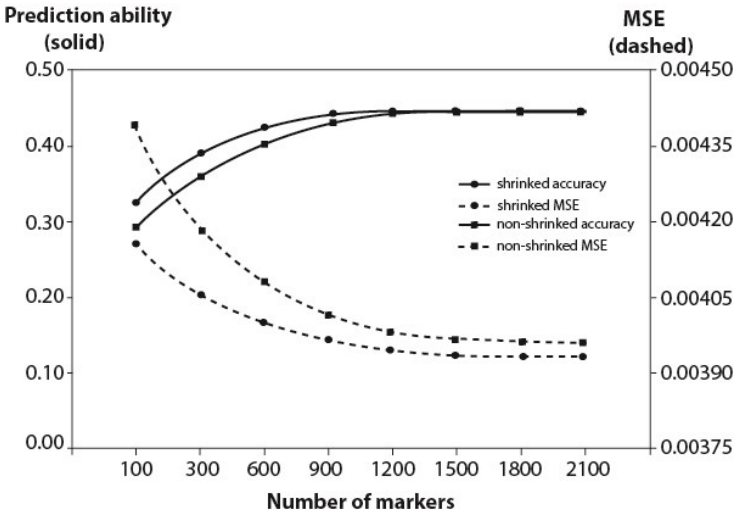


Figure 1 Prediction ability and mean-square-error (MSE) of genomic selection by using ridge regression best linear unbiased prediction (rrBLUP). MSE was calculated from MSE = $\frac{1}{n}\sum(y-\hat{y})^2$. The solid lines and dashed lines represent prediction ability and MSE of shrinked and non-shrinked approaches, respectively.

การจัดลำดับและการคัดเลือก (ranking and selection)

เมื่อจัดเรียงลำดับพืชที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จากมากไปน้อย และคัดเลือกพืชโดยพิจารณาตัวอย่างที่มีค่าสูงสุด 5 อันดับแรกของแต่ละทรีทเมนต์ พบว่า 5 อันดับแรกของค่าที่วัดได้จริงนั้นเป็นตัวอย่างหมายเลข 26, 20, 3, 37 และ 35 ตามลำดับ ในขณะที่ 5 อันดับแรกของการทำนายแต่ละวิธีเมื่อใช้เครื่องหมายพันธุกรรมจำนวน 2,100 ตำแหน่ง คือ ตัวอย่างหมายเลข 5, 12, 26, 15 และ 9 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ 26 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีค่าวัดได้จริงสูงสุด ได้ถูกคัดเลือกเมื่อพิจารณาจากค่าที่ทำนายได้ (Table 2) โดย 4 ตัวอย่างที่มีการทำนายผิดพลาดไป พบว่ามีค่าวัดได้จริงอยู่ที่ระดับปานกลาง จากผลการคัดเลือกดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ของการใช้การคัดเลือกจีโนม เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการคัดเลือกพืชต่อไปในอนาคต

Table 2 Rank of top five individuals based on measured values and predicted values using rrBLUP

Treatment		Top five individuals				
		1st	2nd	3rd	4th	5th
Measured		26*	20	3	37	35
Predicted with 2100 SNPs	Non-Shrinked	5	12	26*	15	9
	Shrinked	5	12	26*	15	9

* indicates the match between measured and predicted individual

สรุป

ความแม่นยำการทำนายลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในมะเขือเทศด้วยวิธีการประมาณค่าอิทธิพลของเครื่องหมายพันธุกรรมแบบปกติ (non- shrinked method) และแบบเพิ่มการถ่วงน้ำหนักเพื่อปรับค่าพันธุกรรม (shrinked method) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การประมาณค่าแบบถ่วงน้ำหนักเมื่อใช้เครื่องหมายพันธุกรรมจำนวนน้อยจะช่วยให้ค่าความแม่นยำมีค่าสูงขึ้น และเมื่อทดสอบการคัดเลือก 5 อันดับแรกของค่าทำนายได้ พบว่าหนึ่งในนั้นมีค่าลักษณะของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่วัดได้จริงสูงที่สุด จึงสรุปได้ว่าการคัดเลือกพืชด้วยวิธีการคัดเลือกจีโนม (genomic selection) เป็นแนวทางการคัดเลือกพืชที่มีศักยภาพที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในแผนการพัฒนาพันธุ์มะเขือเทศได้

เอกสารอ้างอิง

Bouckaert, R. R. and E. Frank. 2004. Evaluating the replicability of significance tests for comparing learning algorithms. **Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining**: 3-12.

Desta, Z. A. and R. Ortiz. 2014. Genomic selection: genome-wide prediction in plant improvement. **Trends in Plant Science** 19 (9): 592-601.

Duangjit, J., M. Causse and C. Sauvage. 2016. Efficiency of genomic selection for tomato fruit quality. **Molecular Breeding** 36: 1-16.

Endelman, J. B. 2011. Ridge regression and other kernels for genomic selection with R package rrBLUP. **Plant Genome** 4: 250–255.

Endelman, J. B. and J. L. Jannink. 2012. Shrinkage estimation of the realized relationship matrix. **G3: Genes| Genomes| Genetic**s 2: 1405-1413.

Foolad, M. R. 2007. Genome mapping and molecular breeding of tomato. **International Journal of Plant Genomics** 2007: 1-52.

Giovannucci, E. 2002. A review of epidemiologic studies of tomatoes, lycopene, and prostate cancer. **Experimental Biology and Medicine** 227: 852-859.

Heffner, E. L., M. E. Sorrells and J. L. Jannink. 2009. Genomic Selection for Crop Improvement. **Crop Science** 49: 1-12.

Heslot, N., H. P. Yang, M. E. Sorrells and J. L. Jannink. 2012. Genomic selection in plant breeding: a comparison of models. **Crop Science** 52: 146-160.

Heuvelink, E. 2005. **Tomatoes**. CABI Publishing, USA. 339 p.

Jonas, E. and D. J. de Koning. 2013. Does genomic selection have a future in plant breeding?. **Trends in Biotechnology** 31: 497-504.

Kumar, S., D. Chagne, M. C. A. M. Bink, R. K. Volz, C. Whitworth and C. Carlisle. 2012. Genomic Selection for Fruit Quality Traits in Apple (Malus x domestica Borkh.). **PLOS one** 7 (5): e36674.

Meuwissen, T. H. E., B. J. Hayes and M. E. Goddard. 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. **Genetics** 157: 1819-1829.

Passam, H. C., I. C. Karapanos, P. J. Bebeli and D. Savvas. 2007. A review of recent research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. **The European Journal of Plant Science and Biotechnology** 1: 1-2.

Rao, A. V. and S. Agarwal. 1999. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: a review. **Nutrition Research** 19: 305-323.

Riedelsheimer, C., F. Technow and A. E. Melchinger. 2012. Comparison of whole-genome prediction models for traits with contrasting genetic architecture in a diversity panel of maize inbred lines. **BMC Genomics** 13: 452-461.

R Development Core Team. 2008. **The R Project for statistical computing**. Available Source: http://www.Rproject.org, October 31, 2016.

Sauvage, C., V. Segura, G. Bauchet, R. Stevens, P. T. Do, Z. Nikoloski, A. R. Fernie and M. Causse. 2014. Genome-Wide Association in Tomato Reveals 44 Candidate Loci for Fruit Metabolic Traits. **Plant Physiology** 165: 1120-1132.

Solberg, T. R., A. K. Sonesson, J. A. Woolliams and T. H. E. Meuwissen, 2008. Genomic selection using different marker types and densities. **Journal of Animal Science** 86(10): 2447-2454.

Thakur, B. R., R. K. Singh and P. E. Nelson. 1996. Quality attributes of processed tomato products: a review. **Food Reviews International** 12: 375-401.

Würschum, T., J. C. Reif, T. Kraft, G. Janssen and Y. Zhao. 2013. Genomic selection in sugar beet breeding populations. **BMC Genetics** 14: 1-8.

Xu, J., N. Ranc, S. Munos, S. Rolland, J. P. Bouchet, N. Desplat, M. C. Le Paslier, Y. Liang, D. Brunel and M. Causse. 2013. Phenotypic diversity and association mapping for fruit quality traits in cultivated tomato and related species. **Theoretical and Applied Genetics** 126: 567-581.

Yamamoto, E., H. Matsunaga, A. Onogi, H. Kajiya-Kanegae, M. Minamikawa, A. Suzuki, K. Shirasawa, H. Hirakawa, T. Nunome and H. Yamaguchi. 2016a. A simulation-based breeding design that uses whole-genome prediction in tomato. **Scientific Reports** 6: 19454.

Yamamoto, E., H. Matsunaga, A. Onogi, A. Ohyama, K. Miyatake, H. Yamaguchi, T. Nunome, H. Iwata and H. Fukuoka. 2016b. Efficiency of genomic selection for breeding population design and phenotype prediction in tomato. **Heredity**: 1038.

การประเมินสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในพื้นที่อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์

Evaluation of Local Rice Lines in Na Ku District of Kalasin Province

นเรศศักดิ์ เชื้อคนแข็ง[1] นิภาภรณ์ สีทาพุฒ[1] ธนพร ขจรผล[1] และ ชลธิรา แสงศิริ[2*]

Naressak Chaiconkhang[1] Nipaporn Seetaput[1] Tanaporn Kajonphol[1] and Chontira Sangsiri[2*]

บทคัดย่อ

จากการประเมินสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองจำนวน 14 สายพันธุ์ในพื้นที่อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์เพื่อศึกษาสายพันธุ์ที่ให้องค์ประกอบของผลผลิตที่ดีในระหว่างเดือนมิถุนายน-ธันวาคม พ.ศ. 2557 พบว่าลักษณะการแตกกอเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.93-17.13 หน่อต่อกอ ความสูงเมื่ออายุ 4 เดือนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 68.53-114.00 เซนติเมตร ความยาวรวงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 13.40-30.40 เซนติเมตร จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.00-4.67 รวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 112.33-184.00 เมล็ด ความยาวเมล็ดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.61-10.41 มิลลิเมตร ความกว้างเมล็ดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.83-2.47 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.93-2.61 กรัม และน้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.40-18.76 กรัม และจากการศึกษาสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้องค์ประกอบของผลผลิตที่ดีในพื้นที่ศึกษาจำนวน 3 สายพันธุ์ได้แก่ สายพันธุ์เกษตร สายพันธุ์ข้าวสวน และสายพันธุ์อีขาว

ABSTRACT

The evaluation of 14 native rice varieties in the Na Ku District of Kalasin Province were evaluated. The objective was to find the local rice lines that yield component well during June-December 2014. The tillering average was 8.93-17.13 tillers. The height at the age of four months ranged from 68.53-114.00 centimeters. The long panicles average was 13.40-30.40 centimeters. The number of panicle per tiller average ranged from 3.00-4.67 panicle per tiller. The number of grains per panicle average was between 112.33 to 184.00 grains per panicle. The seeds length average ranged from 9.61-10.41 millimeters. The seed width average showed 1.83-2.47 millimeters. The 100 seeds weight was 1.93-2.61 g. and seed weight per tiller average ranged from 8.40-18.76 g. In this study, we selected thee local rice lines that yield component well such as Ka Set, Khaw San and E-Kaw.

Keywords: Yield, Kalasin Province, Local rice

* Corresponding author; e-mail address: chontira_sangsiri@yahoo.com

[1]คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร 47000

[1]Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, 47000

[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี จ. กาญจนบุรี 71150

[2]Agricultural Sciences Program, Mahidol University, Kanchanaburi Campus, 71150

คำนำ

ข้าวเป็นพืชในตระกูลหญ้า (Gramineae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) ข้าวอินดิกา (Indica) ซึ่งเป็นข้าวที่นิยมเพาะปลูกในทวีปเอเชียเขตมรสุม ตั้งแต่ จีน เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ไทย อินโดนีเซีย ไปจนถึงอินเดียและศรีลังกา 2) ข้าวจาโปอนิกา (Japonica) มีการปลูกอย่าง แพร่หลายในเขตอบอุ่นที่ญี่ปุ่น เกาหลี รัสเซีย ยุโรป และอเมริกา 3) ข้าวจาวานิกา (Javanica) นิยมเพาะปลูกใน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน หมู่เกาะริวกิว และญี่ปุ่น หากแบ่งตามนิเวศน์การปลูกแบ่งออกเป็น ข้าวนาน้ำฝน ข้าวนาสวน ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวน้ำลึก ข้าวไร่ และข้าวนาที่สูง (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2558) ข้าวนับว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อโลก ประชากรเกือบครึ่งโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก นอกจากนี้ข้าวยังเป็นสินค้าเกษตรที่ส่งออกเป็นอันดับต้นๆของประเทศไทย ปัจจุบันพื้นที่เพาะปลูกข้าวที่มากที่สุดของประเทศไทยนั้น อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวประมาณ 45.09 ล้านไร่ (ชาญพิทยา, 2556) พันธุ์ข้าวส่วนใหญ่ที่ปลูกในปัจจุบันเป็นข้าวพันธุ์ผสมที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากนักปรับปรุงพันธุ์ซึ่งเป็นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีลักษณะดีขึ้นกว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่เคยปลูก เช่น ลักษณะความต้านทานโรค การให้ผลผลิตที่สูงและมีคุณภาพ เช่น ความหอมที่มากขึ้น รวมถึงการปรับตัวกับสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดีขึ้น เกษตรกรจึงหันมานิยมปลูกข้าวพันธุ์เหล่านี้มากขึ้น จึงทำให้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองค่อยๆ หายไป

การอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองเพื่อไม่ให้สูญหายไป จึงได้มีการรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมือง ซึ่งข้าวพื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์มีคุณสมบัติพิเศษ ข้าวบางสายพันธุ์มีคุณสมบัติที่โดดเด่น เช่น ข้าวเล้าแตก เป็นข้าวที่ให้ผลผลิตสูง แปรรูปได้หลากหลาย มีความอ่อนนุ่ม เป็นต้น แต่ข้าวพื้นเมืองบางสายพันธุ์มีจุดด้อย เช่น ข้าวเหนียวขี้ตมใหญ่ เป็นข้าวที่อ่อนแอต่อหนอนกอ หรือข้าวเหนียวนางนวล ที่มีลักษณะรวงกระจัดกระจาย ทรงกอแผ่จึงล้มง่าย ทำให้เกี่ยวยาก แต่มีความหอม และความนุ่มมาก (บุปผา, 2558) นอกจากนี้ยังมีกลุ่มเกษตรกรผู้สนใจในการปลูกและเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองจนสามารถจำแนกลักษณะของข้าวได้หลายลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ ลักษณะของข้าวตามช่วงอายุ เช่น อายุเบา อายุปานกลาง อายุหนัก และยังมีคุณสมบัติเฉพาะ เช่นสายพันธุ์ที่ทนต่อความแห้งแล้ง ทนต่อน้ำท่วม และข้าวพันธุ์พื้นเมืองยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น ข้าวมะลิแดง ข้าวหอมนิล ข้าวเจ้าแดง ข้าวเจ้าเหลือง มีประสิทธิภาพช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ และโรคเบาหวาน (วิภาวรรณ, 2557) เพื่อเป็นการนำเชื้อพันธุกรรมข้าวพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งถือเป็นสมบัติอันมีค่ามาใช้ประโยชน์ จึงนำข้าวพื้นเมืองจำนวน 14 สายพันธุ์ มาปลูกเพื่อประเมินองค์ประกอบของผลผลิตที่ดีในพื้นที่อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

รวบรวมสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองจำนวน 14 สายพันธุ์จากเกษตรกร 4 จังหวัดได้แก่ จังหวัดมุกดาหาร นครพนม สกลนคร และสุพรรณบุรี

นำสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่รวบรวมได้มาปลูกทดสอบ ในแปลงทดลองบ้านชาด ตำบลนาคู พื้นที่อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้ขนาดแปลงย่อย 1×5 เมตร ระยะปลูก 25×30 เซนติเมตร ปลูกโดยการหยอดหลุมละ 3 เมล็ด ทำการทดลองในช่วงมิถุนายน-ธันวาคม พ.ศ. 2557 เป็นเวลา 6 เดือน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) มี 14 สิ่งทดลอง ได้แก่ สายพันธุ์กระแสน (Rice 001), สายพันธุ์กระแสน (Rice 002), สายพันธุ์เกษตร (Rice 003),

สายพันธุ์ข้าวลาว (Rice 004), ไม่ทราบสายพันธุ์ (Rice 005), สายพันธุ์ข้าวดงสวน (Rice 006), สายพันธุ์ข้าวสวน (Rice 007), สายพันธุ์ข้าวใหม่ไทสกล (Rice 008), สายพันธุ์อีแดง (Rice 009), สายพันธุ์อีแดง (Rice 010), สายพันธุ์อีแดง (Rice 011), สายพันธุ์อีขาว (Rice 012), สายพันธุ์อีขาว (Rice 013) และสายพันธุ์สุพรรณบุรี 01 (Rice 014) จำนวน 3 ซ้ำ

หลังจากปลูกประมาณ 20-30 วัน ทำการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ย 46-0-0 ในอัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปลูกประมาณ 60 วัน เมื่อต้นข้าวอายุประมาณ 30 วัน ทำการกำจัดวัชพืช และกำจัดวัชพืชอีกครั้ง เมื่อต้นข้าวอายุประมาณ 60 วัน

บันทึกจำนวนหน่อต่อกอ ความสูงต้นที่อายุ 4 เดือน ความยาวรวง จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง ความยาวเมล็ด ความกว้างเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อกอ

วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) version 2.9.2 (ชูศักดิ์, 2551 และThe R foundation, 2015)

ผลการทดลอง

จากการประเมินจำนวนหน่อต่อกอของข้าวพื้นเมืองจำนวน 14 สายพันธุ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) จำนวนหน่อต่อกอของข้าวพื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ผันแปรตั้งแต่ 8.93 ถึง 17.13 หน่อต่อกอ เฉลี่ย 13.87 หน่อต่อกอ โดยสายพันธุ์เกษตรมีจำนวน หน่อต่อกอต่ำที่สุดเท่ากับ 8.93 ในขณะที่สายพันธุ์สุพรรณบุรี 01 มีจำนวนหน่อต่อกอสูงสุดเท่ากับ 17.13 ความสูงของข้าวโดยวัดจากส่วนของต้นข้าวที่ชิดพื้นดินจนถึงบริเวณปลายใบที่สูงที่สุดเมื่อข้าวอายุ 4 เดือน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความสูงต้นข้าวของทุกสายพันธุ์เฉลี่ยเท่ากับ 89.78 เซนติเมตร สายพันธุ์ข้าวลาว สายพันธุ์อีแดง และสายพันธุ์อีขาวมีความสูงของต้นสูงที่สุด คือ 114, 102.87 และ 100.07 เซนติเมตร ตามลำดับ และสายพันธุ์ที่มีความสูงน้อยที่สุดคือ สายพันธุ์สุพรรณบุรี 01 มีความสูงของต้นเท่ากับ 68.53 เซนติเมตร จำนวนรวงต่อกอของข้าวพื้นเมืองจำนวน 14 สายพันธุ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) จำนวนรวงต่อกอของข้าวพื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ผันแปรตั้งแต่ 3 .00 ถึง 4.67 รวงต่อกอเฉลี่ย 3.85 รวงต่อกอ โดยสายพันธุ์ข้าวลาว สายพันธุ์อีขาว และสายพันธุ์สุพรรณบุรี 01 มีจำนวนรวงต่อกอต่ำที่สุดเท่ากับ 3.00 ในขณะที่ สายพันธุ์อีแดง และสายพันธุ์ข้าวใหม่ไทสกล มีจำนวนรวงต่อกอสูงสุดเท่ากับ 4.67 ความยาวรวงพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความยาวรวงของทุกสายพันธุ์เฉลี่ยเท่ากับ 26.80 เซนติเมตร สายพันธุ์ข้าวสวน สายพันธุ์อีขาว สายพันธุ์อีขาว มีความยาวรวงมากที่สุด มีเท่ากับ 30.40, 29.27 และ 28.73 เซนติเมตร และสายพันธุ์มีความยาวรวงน้อยที่สุดคือ สายพันธุ์ข้าวใหม่ไทสกล มีความยาวรวงเท่ากับ 23.40 เซนติเมตร

จากการศึกษาองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง ได้ผลการศึกษาดังนี้ จำนวนเมล็ดต่อรวง พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 1) จำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวพื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ผันแปรตั้งแต่ 112.33 ถึง 184.00 เมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 135.58 เมล็ดต่อรวง โดยสายพันธุ์อีแดงมีจำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำที่สุดเท่ากับ 112.33 ในขณะที่สายพันธุ์ข้าวสวนมีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงสุดเท่ากับ 184.00

ความกว้างเมล็ดพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 1) ความกว้างเมล็ดของข้าวพื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ผันแปรตั้งแต่ 1.83 ถึง 2.47 มิลลิเมตร ความกว้างเมล็ดเฉลี่ย 2.13 มิลลิเมตร โดยสายพันธุ์สุพรรณบุรี 01 มีความกว้างเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 1.83 ในขณะที่สายพันธุ์ข้าวเกษตรมีความกว้างเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 2.47

ความยาวเมล็ดพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 1) ความยาวเมล็ดของข้าวพื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ผันแปรตั้งแต่ 9.61 ถึง 10.41 มิลลิเมตร ความยาวเมล็ดเฉลี่ย 9.88 มิลลิเมตร โดยไม่ทราบสายพันธุ์ มีความยาวเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 9.61 ในขณะที่สายพันธุ์ข้าวกระแสนมีความยาวเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 10.41

น้ำหนัก 100 เมล็ดพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างทางสถิติ (Table 1) น้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวพื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ผันแปรตั้งแต่ 1.93 ถึง 2.61 กรัม น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.32 กรัม โดยสายพันธุ์อีแดงมีน้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 1.93 ในขณะที่สายพันธุ์ข้าวลาวมีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุดเท่ากับ 2.61

น้ำหนักเมล็ดต่อกอพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 1) น้ำหนักเมล็ดต่อกอของข้าวพื้นเมืองทั้ง 14 สายพันธุ์ผันแปรตั้งแต่ 8.40 ถึง 18.76 กรัมต่อกอ น้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ย 12.53 กรัมต่อกอ โดยสายพันธุ์อีขาวมีน้ำหนักเมล็ดต่อกอต่ำที่สุดเท่ากับ 8.40 ในขณะที่สายพันธุ์ข้าวสวนมีน้ำหนักเมล็ดต่อกอสูงสุดเท่ากับ 18.76

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์ข้าวทั้ง 14 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ข้าวที่มีความยาวรวงที่ยาว จะมีจำนวนเมล็ดต่อรวงมาก ซึ่งเป็นลักษณะที่บ่งชี้ถึงการให้ผลผลิตเมล็ดต่อต้นที่สูงด้วย เช่นในข้าวสายพันธุ์ข้าวสวน ซึ่งมีความยาวรวง และจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงที่สุด จึงทำให้ได้น้ำหนักเมล็ดต่อกอสูงที่สุดด้วยเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความหนาแน่นของรวงข้าวต่อพื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการกำหนดผลผลิตของข้าว (Toshihiro *et al*., 1993) ซึ่งในบางครั้งการเสียหายของดอกข้าวในระหว่างระยะแรกของการสร้างดอกจนถึงระยะสุกแก่ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดจำนวนรวงที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ และรวมถึงเมล็ดดีต่อรวง ทำให้สามารถคาดการณ์ผลผลิตจำนวนเมล็ดต่อต้น และผลผลิตเมล็ดต่อไร่ได้ (Sheehy *et al*., 2001) ซึ่งมาตรฐานของน้ำหนักเมล็ดข้าว 100 เมล็ดเฉลี่ยโดยทั่วไปเท่ากับ 1.62-4.16 กรัม (เครือวัลย์, 2536) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมด้วย เช่นจากการศึกษาการปลูกข้าวในพื้นที่ต่างกันในประเทศญี่ปุ่น พบว่าข้าวแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งพบว่าสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าว นอกจากนี้ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการจัดการแปลงปลูก ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ก็ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ด และผลผลิตของข้าวด้วยเช่นกัน (Yoshida, 1983) โดยในการทดลองครั้งนี้ พบว่าในพื้นที่ อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ ตั้งอยู่บริเวณหุบเขาภูพาน มีปริมาณน้ำฝนรวมในปี 2557 ที่ทำการทดลอง เท่ากับ 910 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์พื้นเมือง ดังนั้นการเลือกสายพันธุ์ข้าวที่จะปลูกในแต่ละท้องถิ่นควรเลือกสายพันธุ์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี และเหมาะกับสภาพแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น จากการทดลองครั้งนี้สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่มีผลผลิตสูง โดยคัดเลือกจากลักษณะความยาวรวงที่อยู่ในเกณฑ์ดี และมีแนวโน้มให้จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดต่อกอมาก ได้จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์เกษตร สายพันธุ์ข้าวสวน และสายพันธุ์อีขาว ให้กับเกษตรกรใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

Table 1 Some agronomic characters and seed yield of 14 local rice varieties planted at Na Ku District of Kalasin Province in main season

Variety	Source	Tillering No. of tiller/hill	Plant height at 4 months old (cm)	No. of panicles per hill	Panicle length (cm)	No. of grains per panicle	Seed width (cm)	Seed length (cm)	100 seed weight (g)	Total seed weight per hill (g)
Kra San (Rice 001)	Mukdahan Province	11.00	85.60^{bc}	4.00	25.20^{cd}	130.33	2.12	9.88	2.07	11.16
Kra San (Rice 002)	Mukdahan Province	16.20	93.40^{ab}	4.00	26.00^{bd}	127.00	1.92	10.41	2.3	12.65
Ka Set (Rice 003)	Mukdahan Province	8.93	89.13^{bc}	3.67	26.93^{ad}	145.67	2.47	9.80	2.3	18.03
Khaw Lao (Rice 004)	Sakon Nakhon Province	14.80	114.00^{a}	3.00	26.90^{ad}	160.00	2.19	10.18	2.61	12.56
Unknow (Rice 005)	Mukdahan Province	15.93	92.53^{ab}	4.00	28.40^{ac}	150.67	2.34	9.61	2.22	13.54
Khaw Dong San (Rice 006)	Mukdahan Province	13.93	91.73^{ab}	3.33	25.67^{bd}	122.00	2.01	9.71	2.40	9.80
Khaw San (Rice 007)	Mukdahan Province	10.47	81.20^{bc}	4.00	30.40^{a}	184.00	2.30	9.75	2.55	18.76
Khaw Mie Thai Sakon (Rice 008)	Nakhon Phanom Province	15.67	83.53^{bc}	4.33	23.40^{d}	124.00	2.22	9.75	2.13	9.41
Khaw E-Dang (Rice 009)	Sakon Nakhon Province	12.20	81.73^{bc}	4.33	25.27^{cd}	135.00	2.34	9.94	2.37	12.82
E-Dang (Rice 010)	Sakon Nakhon Province	15.07	93.40^{ab}	4.00	27.20^{ad}	134.00	2.00	9.63	1.93	8.40
E-Dang (Rice 011)	Mukdahan Province	14.13	102.87^{ab}	4.67	26.93^{ad}	112.33	2.00	10.29	2.52	13.54
E-Kaw (Rice 012)	Mukdahan Province	12.40	95.33^{ab}	3.00	28.73^{ac}	118.50	2.09	10.00	2.44	8.40
E-Kaw (Rice 013)	Mukdahan Province	16.33	100.07^{ab}	4.00	29.27^{ab}	155.33	2.01	9.62	2.49	16.64
Su Pan Bu Ree 01 (Rice 014)	Suphan Buri Province	17.13	68.53^{c}	3.00	25.20^{cd}	144.00	1.83	9.70	2.20	9.77
Mean		13.87	89.78	3.85	26.80	135.58	2.13	9.88	2.32	12.53
F-test		ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)		36	12.08	24.72	6.16	28.6	11.91	3.69	9.43	42.32

Means within a column followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level of probability by DMRT

* Significant at 0.01<P< 0.05, ns = non significant

สรุป

1. การประเมินสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองจำนวน 14 สายพันธุ์ในพื้นที่อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์เพื่อศึกษาสายพันธุ์ที่ให้องค์ประกอบของผลผลิตที่ดีในระหว่างเดือนมิถุนายน-ธันวาคม พ.ศ. 2557 พบว่าลักษณะการแตกกอเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.93-17.13 หน่อต่อกอ ความสูงเมื่ออายุ 4 เดือนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 68.53-114.00 เซนติเมตร ความยาวรวงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 13.40-30.40 เซนติเมตร จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.00-4.67 รวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 112.33-184.00 เมล็ด ความยาวเมล็ดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.61-10.41 มิลลิเมตร ความกว้างเมล็ดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.83-2.47 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.93-2.61 กรัม และน้ำหนักเมล็ดต่อกอเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.40-18.76 กรัม

2. จากการศึกษาด้านเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิตสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองได้จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์เกษตร สายพันธุ์ข้าวสวน และสายพันธุ์อีขาว

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2557. **สภาวะอากาศของประเทศไทย**. แหล่งที่มา: https://www.tmd.go.th/index.php, 11 ตุลาคม 2558.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536. **คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและมาตรฐานข้าว, การปรับปรุงคุณภาพข้าวสำหรับผู้ดำเนินธุรกิจโรงสี**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชาญพิทยา ฉิมพาลี. 2556. **สถิติและแนวโน้มพื้นที่ปลูกข้าวของประเทศไทย**. แหล่งที่มา: http://www.thairice.org/doc_dl/seminar-29Oct13/3-powerpoint%28K.Chanpitaya%29.pdf, 29 มกราคม 2557.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2551. **สถิติการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชไร่ด้วย R**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

บุปผา สารรัตน์. 2558. **มหัศจรรย์พันธุ์ข้าวพื้นเมือง**. แหล่งที่มา: http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=637&s=tblblog, 11 ตุลาคม 2558.

วิภาวรรณ ประไวย์. 2557. **'กุดชุม' แหล่งรวมพันธุ์ข้าวอินทรีย์พื้นเมือง**. แหล่งที่มา: http://www.all-magazine.com/ColumnDetail/allColumDetail/tabid/106/articleType/ArticleView/articleId/3752/--.aspx, 11 ตุลาคม 2558.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2558. **พันธุ์ข้าว**. แหล่งที่มา: http://www.arda.or.th/kasetinfo/rice/rice-cultivate_species.html, 29 เมษายน 2558.

Sheehy, J.E., M.J.A. Dionora, P.L Mitchell. 2001. Spikelet numbers, sink size and potential yield in rice. **Field Crops Research** 71(2): 77-85.

The R foundation. 2015. **The R project for statistical computing**. Available Source: http://www.R-project.org, June 13, 2015.

Toshihiro, H., K. Yasuo, G.N. Seligman and H. Takeshi. 1993. Response of spikelet number to plant nitrogen concentration and dry weight in paddy rice. **Agronomy Journal** 86 (4): 673-676.

Yoshida, S. 1983. Rice, pp.103-127. *In* Symposium on potential productivity of field crops under different environments. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines.

การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไร่โดยอาศัยลักษณะสัณฐานวิทยา

Genetic Diversity Evaluation of Upland Rice Based on Morphological Traits

นเรศศักดิ์ เชื้อคนแข็ง[1] นิภาภรณ์ สีฑาพุฒ[1] ธนพร ขจรผล[1] และ ชลธิรา แสงศิริ[2*]

Naressak Chaiconkhang[1] Nipaporn Seetaput[1] Tanaporn Kajonphol[1] and Chontira Sangsiri[2*]

บทคัดย่อ

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไร่จำนวน 64 สายพันธุ์โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวน 27 ลักษณะ พบความแตกต่างทางพันธุกรรมและจัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA สามารถจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 22 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 มีจำนวน 35 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 3 มีจำนวน 7 สายพันธุ์ เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของข้าวไร่พบว่า ลักษณะรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะการแตกระแง้ (0.49) มีความสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะการสุกแก่ (-0.70) และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับประเภทของข้าว (0.50) สีเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับประเภทของข้าว (0.60) รูปร่างของข้าว (0.69) และการเป็นท้องไข่ (0.52) ซึ่งจากการศึกษาการจัดกลุ่มและความสัมพันธ์ของข้าวไร่ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาแสดงให้เห็นถึงการจัดกลุ่มข้าวไร่ และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ซึ่งสามารถใช้เป็นประโยชน์ในการคัดเลือกเป็นพ่อแม่พันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ข้าวในอนาคต

ABSTRACT

Genetic diversity of 64 upland rice varieties was evaluated based on 27 morphological characters. Genetic dissimilarity was analyzed and clustering was done using UPGMA. The results showed that we could group into 3 group; group I with 22 upland rice varieties, 35 upland rice varieties in group II and 7 upland rice varieties in group III. The correlation between the traits showed that panicle characteristic was positively correlated with secondary branching (0.49), negatively correlated with the maturity stage (-0.70) and positively correlated with type of rice (0.50). The lemma- palea color was positively correlated with type of rice (0.60), seed shape (0.69) and grain chakiness (0.52). In this study, we could group upland rice varieties using the morphological characters and studied on the correlation between the traits. These can be useful for the selection of parental type and the program of rice breeding in the future.

Key Words: Genetic Diversity, Morphological Traits, Upland Rice

* Corresponding author; e-mail address: chontira_sangsiri@yahoo.com

[1]คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร 47000

[1]Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, 47000

[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี จ. กาญจนบุรี 71150

[2]Agricultural Sciences Program, Mahidol University, Kanchanaburi Campus, 71150

คำนำ

ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางของแหล่งกำเนิดและการแพร่กระจายของข้าวสายพันธุ์ต่างๆ อันเนื่องมาจากสภาพพื้นที่และสภาพอากาศที่มีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค จึงมีความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าว (Rerkasem and Rerkasem, 2002) และในประเทศไทยยังมีการปลูกและการใช้ประโยชน์จากข้าวและหลายรูปแบบ ในปัจจุบันพบว่า ความหลากหลายของสายพันธุ์ข้าวลดลงไป โดยเกษตรกรปลูกข้าวเพียงไม่กี่สายพันธุ์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ และเกษตรกรหันไปปลูกข้าวสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมเท่านั้น (เบญจวรรณ, 2548)

ข้าวไร่เป็นข้าวที่ต้องการน้ำน้อยในการเจริญเติบโต สามารถเพาะปลูกได้บนบริเวณเชิงเขา ที่ดอนภายในสภาพไร่ โดยอาศัยน้ำฝนในการเจริญเติบโต สามารถเติบโตได้ดีเมื่อมีปริมาณน้ำในดินเหมาะสม ซึ่งข้าวไร่ส่วนใหญ่เป็นข้าวไวแสง มีลักษณะลำต้นสูงทำให้ได้เปรียบในการแข่งขันกับวัชพืช การปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยมีมาช้านาน โดยมีพื้นที่การปลูกในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ นอกจากนี้ ข้าวไร่ยังมีความหลากหลายทางสายพันธุ์แตกต่างกันไปในการแต่ละพื้นที่ โดยมีความสามารถในปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี มีลักษณะบางอย่างที่ดี เช่น ทนแล้งและมีความต้านทานต่อโรคและแมลง เป็นต้น (กิตติศักดิ์, 2552) ในการศึกษาทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของสายพันธุ์ข้าวไร่ที่ได้จากการรวบรวมสายพันธุ์ในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการสำรวจ เชิงอนุรักษ์ และรวมการจัดกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงสายพันธุ์ข้าวในอนาคต และนอกจากนี้จากลักษณะสัณฐานวิทยาดังกล่าวยังได้ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าว หรือการปรับปรุงลักษณะที่น่าสนใจในสายพันธุ์ข้าว สำหรับงานด้านการปรับปรุงพันธุ์ และการคัดเลือกเป็นพ่อแม่พันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

รวบรวมสายพันธุ์ข้าวไร่จำนวน 64 สายพันธุ์ที่ได้จากการรวบรวมพันธุ์ในพื้นที่ 11 จังหวัด ได้แก่ Rice 2, Rice 7, Rice 9, Rice 11, Rice 14, Rice 15, Rice 16, Rice 18, Rice 20, Rice 21, Rice 100, Rice 106, Rice 112, Rice 113, Rice 114, Rice 115, Rice 116, Rice 123, Rice 131, Rice 137, Rice 147, Rice 149, Rice 150, Rice 151, Rice 152, Rice 153, Rice 154, Rice 155, Rice 156, Rice 158, Rice 160, Rice 162, Rice 163, Rice 164, Rice 165, Rice 166, Rice 168, Rice 169, Rice 170, Rice 172, Rice 173, Rice 174, Rice 177, Rice 185, Rice 186, Rice 193, Rice 194, Rice 199, Rice 207, Rice 208, Rice 209, Rice 211, Rice 212, Rice 213, Rice 215, Rice 216, Rice 228, Rice 231, Rice 258, Rice 264, Rice268, Rice 269, Rice 273, Rice 274

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) 64 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ

นำสายพันธุ์ข้าวไร่ที่รวบรวมได้มาปลูกทดสอบ ในแปลงทดลองที่บ้านชาด ตำบลนาคู พื้นที่อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้ขนาดแปลงย่อย 1×5 เมตร ระยะปลูกเท่ากับ 25×30 เซนติเมตร ปลูกโดยการหยอดหลุม หลุมละ 3 เมล็ด ระยะเวลาการปลูกเป็นเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-ธันวาคม 2557

หลังจากปลูกประมาณ 60 วัน กำจัดวัชพืชเมื่อต้นข้าวอายุประมาณ 30 วัน และ 60 วัน

บันทึกข้อมูลทั้งหมดจำนวน 27 ลักษณะ ได้แก่ สีแผ่นใบ สีกาบใบ ขนใบ มุมยอดแผ่นใบ สีข้อต่อใบ สีปล้อง สีหูใบ ลักษณะทรงกอ สียอดเกสรเพศเมีย สีปลายยอดดอก สีกลีบฐานรองดอก หางข้าว สีหางข้าว ความแข็งแรงของต้น ลักษณะใบธง ลักษณะรวง การยืดของคอรวง การแตกระแง้ อายุการสุกแก่ ลักษณะการติดเมล็ด การร่วงของเมล็ด ขนบนเปลือกเมล็ด สีเปลือกเมล็ด สีข้าวกล้อง ชนิดข้าวสาร รูปร่างเมล็ด และการเป็นท้องไข่

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การจัดกลุ่มข้าวไร่โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา

จากการจัดกลุ่มข้าวไร่จำนวน 64 สายพันธุ์ ด้วยวิธี UPGMA โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 27 ลักษณะในการแบ่งกลุ่ม โดยนำสายพันธุ์ข้าวไร่ที่มีลักษณะที่แตกต่างกันมากที่สุดจะนำมาจัดกลุ่ม (Romesburg, 2004) พบว่าสามารถจัดกลุ่มของข้าวไร่ได้ 3 กลุ่ม (ภาพที่ 1) กลุ่มที่1 มีจำนวน 22 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ Rice 2, Rice 7, Rice 11, Rice 14, Rice 15, Rice 16, Rice 18, Rice 20, Rice 21, Rice 100, Rice 106, Rice 114, Rice 116, Rice 123, Rice 131, Rice 137, Rice 160, Rice 231, Rice 264, Rice 269, Rice 273 และRice 274 กลุ่มที่ 2 มีจำนวน 35 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ Rice 9, Rice 112, Rice 113, Rice 147, Rice 149, Rice 150, Rice 151, Rice 152, Rice 153, Rice 162, Rice 163, Rice 164, Rice 165, Rice 166, Rice 168, Rice 170, Rice 172, Rice 173, Rice 174, Rice 177, Rice 185, Rice 186, Rice 193, Rice 194, Rice 199, Rice 207, Rice 208, Rice 209, Rice 211, Rice 212, Rice 213, Rice 215, Rice 216, Rice 228 และRice 258 กลุ่มที่ 3 มีจำนวน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ Rice 115, Rice 154, Rice 155, Rice 156, Rice 158, Rice 169 และRice268 ซึ่งจากผลการทดลองสามารถนำมาใช้ในการแยกความแตกต่างของลักษณะข้าวไร่ได้สอดคล้องกับการศึกษาในหลายวิจัยที่ใช้วิธีการจัดกลุ่มเพื่อจำแนกลักษณะเพื่อใช้ประโยชน์ด้านที่สนใจ เช่น Tripathy *et al.* (2015) ได้ทำการจัดกลุ่ม ข้าวไร่จำนวน 36 สายพันธุ์ โดยใช้ลักษณะทางเศรษฐกิจ 8 ลักษณะในการจำแนก พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มได้จำนวน 6 กลุ่ม ซึ่งสามารถนำไปใช้ในโครงการการปรับปรุงพันธุ์ข้าว และงานด้าน QTL mapping ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น Khatun *et al*. (2015) ศึกษาความหลากหลายของสายพันธุ์ข้าวไร่จำนวน 50 สายพันธุ์ และทำการจัดกลุ่มข้าวไร่โดยใช้ลักษณะความต้านทานโรคไหม้ ซึ่งสามารถจัดกลุ่มได้ 5 กลุ่ม จากข้อมูลดังกล่าวนำไปใช้ในการเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ต้านทานเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวผลผลิตสูง และต้านทานโรคไหม้

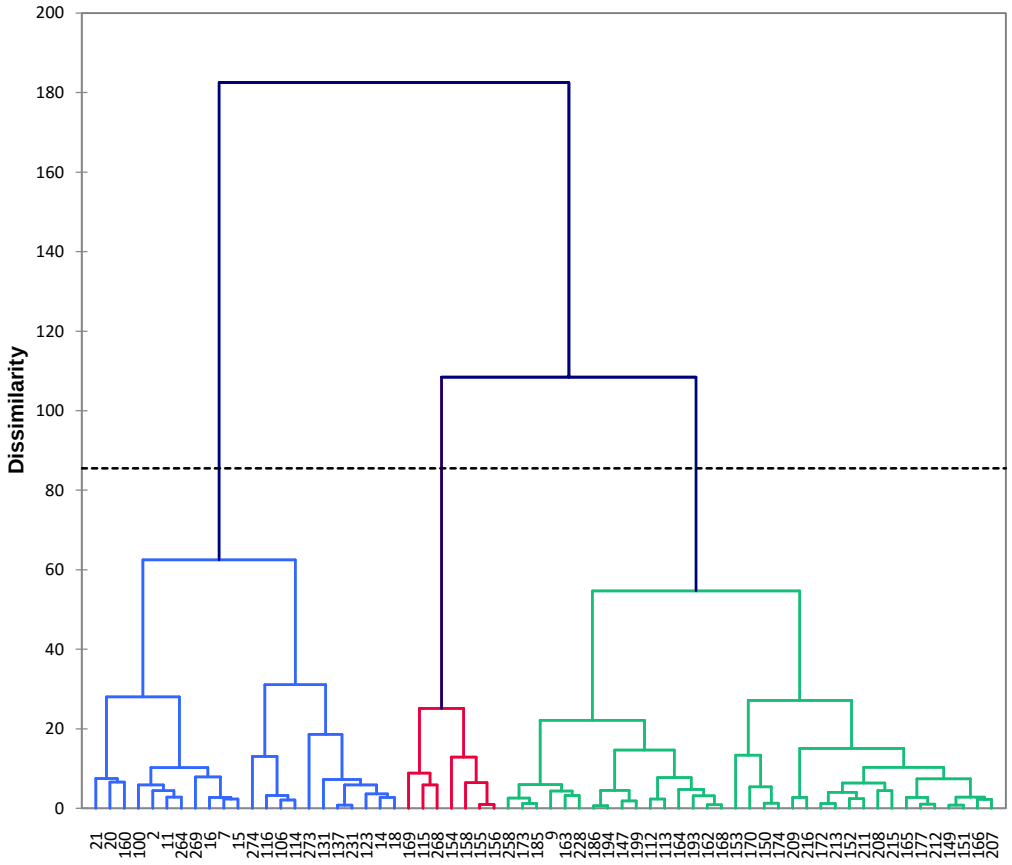


Figure 1 The grouping of 64 upland rice varieties using 27 morphological characteristic

2. การหาความสหสัมพันธ์ข้าวไร่ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา

จากการศึกษาหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาจำนวน 27 ลักษณะ พบว่าลักษณะสีกาบใบมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับลักษณะสีข้อต่อใบ (0.51) และลักษณะสีของหูใบ (0.47) ลักษณะสีปล้องมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับลักษณะสีของยอดเกสรเพศเมีย (0.64) ลักษณะสีของยอดเกสรเพศเมียมีความสัมพันธ์ทางบวก อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะสีข้อต่อใบ (0.66) ลักษณะสีปล้อง (0.64) ลักษณะสีของหูใบ (0.69) ลักษณะสีปลายดอก (0.53) สีของฐานรองดอก (0.46) ลักษณะชนิดข้าว (0.55) และมีความสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะท้องไข่ (-0.54) สีปลายดอกมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะสีข้อต่อใบ (0.48) ลักษณะสีปล้อง (0.47) ลักษณะสีของหูใบ (0.49) และลักษณะสีของยอดเกสรเพศเมีย (0.53) ลักษณะสีของฐานรองดอกมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะสีปล้อง (0.59) และลักษณะสีของยอดเกสรเพศเมีย (0.46) ลักษณะสีของหางข้าวมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะการมีหางข้าว (0.96) ลักษณะรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะการแตกระแง้ (0.49) ลักษณะชนิดข้าว (0.48) และมีความสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะการสุกแก่ (-0.70) ลักษณะการแตกระแง้มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะรวง(0.49) และมีความสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะการสุกแก่ (-0.73) ลักษณะการสุกแก่ มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะรวง (-0.70) ลักษณะการแตกระแง้ (-0.73) และลักษณะชนิดข้าว (-0.50) ลักษณะการติดเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะสีกาบใบ (0.46) และลักษณะชนิดข้าว (0.52) ลักษณะสีของเปลือกเมล็ด มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะชนิดข้าว (0.55) กับลักษณะรูปร่างข้าว

(0.69) และลักษณะท้องไข่ (0.52) ลักษณะสีเมล็ด มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะสีข้อต่อใบ (0.45) และลักษณะสีของหูใบ (0.50) ลักษณะชนิดข้าว มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะสีของหูใบ (0.46) ลักษณะเกสรเพศเมีย (0.55) ลักษณะรวง (0.48) ลักษณะรูปร่างข้าวโดยมีความสัมพันธ์เท่ากับ (0.60) และมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างกับลักษณะการสุกแก่ (-0.50) ลักษณะการติดเมล็ด (-0.52) และลักษณะท้องไข่ (-0.95) ลักษณะรูปร่างข้าว มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะชนิดข้าว (0.60) และมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะท้องไข่ (-0.55) ลักษณะท้องไข่ มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะชนิดข้าว (-0.95) และลักษณะรูปร่างข้าว (-0.55) จากการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างของลักษณะสัณฐานวิทยาต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยคัดเลือกสายพันธุ์ข้าว เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในลักษณะทางสัณฐานวิทยาในทำนองเดียวกับการศึกษาของ Konate *et al.* (2016) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์ข้าว เช่น พื้นที่ใบมีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนรวง น้ำหนักมวลของต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักลำต้น และผลผลิต เป็นต้น ซึ่งเป็นประโยชน์ในด้านการคัดเลือกลักษณะทางการเกษตรเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ได้ต่อไป

Table 1 Correlations between the 27 morphological characters of 64 upland rice varieties

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	1	0.4**	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	-0.2	0.1	0.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.1	-0.3	-0.2	-0.3	0.2	0.1	-0.1	0.1	0.1
2	0.4**	1.0	0.0	0.1	0.5**	0.2	0.5**	0.0	0.4**	0.4**	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	-0.2	0.1	-0.2	0.5	0.2	0.0	0.3	0.1	0.2	0.3	-0.2
3	0.1	0.0	1.0	0.1	0.1	0.1	0.2	-0.1	0.2	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	0.2	0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	0.1
4	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	-0.3	-0.4	-0.3	0.3	0.1	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	0.1
5	0.2	0.5	-0.1	0.0	1.0	0.5	1.0	0.1	0.7**	0.5**	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	-0.1	0.2	-0.3	0.3	0.0	0.0	0.3	0.5**	0.4	0.3	-0.4
6	0.1	0.2	-0.1	0.0	0.5**	1.0	0.5	0.2	0.6**	0.6**	0.6**	0.1	0.1	0.2	-0.1	0.3	-0.1	0.2	-0.3	0.3	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	-0.3
7	0.2	0.5	-0.2	0.1	1.0	0.5	1.0	0.2	0.7	0.5	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	-0.1	0.2	-0.3	0.4	0.0	0.0	0.3	0.5	0.5	0.3	-0.4
8	-0.2	0.0	0.6	0.1	0.1	0.2	0.2	1.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	-0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	-0.2
9	0.1	0.4**	-0.2	0.0	0.7**	0.6**	0.7**	0.1	1.0	0.5**	0.5**	-0.1	-0.1	0.2	-0.1	0.3	0.0	0.1	-0.3*	0.4**	0.0	0.1	0.3*	0.4**	0.6**	0.4*	-0.5**
10	0.2	0.4**	0.0	0.3	0.5**	0.6**	0.5**	0.0	0.5**	1.0	0.4**	0.1	0.1	0.2	0.3	0.0	-0.3**	-0.1*	-0.1	0.1	-0.3*	0.0	0.2	0.3*	0.0	0.1	0.0
11	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.4**	0.6**	0.4**	0.1	0.5**	0.4**	1.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3*	0.0	0.2	-0.2	0.1	0.1	0.1	0.2**	0.4	0.2**	0.3	-0.2
12	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.2	1.0	-0.1	-0.2	0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.1
13	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.1	1.0	-0.1	1.0**	1.0	-0.1	1.0	-0.1	-0.2	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.1	0.1	-0.2	-0.1	0.1
14	-0.1	0.0	0.2	0.1	0.3*	0.2	0.1	0.3	0.2	0.0	0.1	-0.1	-0.1	1.0	-0.1	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.1	-0.1	-0.1
15	0.1	0.1	0.2	0.3	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	-0.1	1.0	-0.4*	-0.1	-0.2	0.2	-0.1	0.1	-0.3	-0.1	0.2	-0.4	-0.18	0.33
16	-0.2	0.2	0.0	-0.3*	0.3*	0.3*	0.3**	0.0	0.3*	0.0	0.3	-0.1	-1.0	0.1	-0.4*	1.0	0.2	0.5**	-0.7**	0.4**	0.2	0.4**	0.2	0.0	0.5**	0.19	-0.4**
17	-0.1	-0.1	0.2	-0.4**	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.3**	0.0	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0.2	1.0	0.3*	-0.2	-0.2	0.3**	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25*	-0.1
28	-0.1	0.1	0.1	-0.3*	0.2	0.2	0.2	0.0	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	-0.2	0.5**	0.3*	1.0	-0.7**	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3**	0.19	-0.2
19	0.1	-0.2	-0.1	0.3*	-0.3*	-0.3*	-0.3*	0.0*	-0.3**	-0.1	-0.2	0.0	0.1	-0.1	0.2	-0.7**	-0.2	-0.7**	1.0	-0.3**	-0.1	-0.2	-0.3	-0.2*	-0.5**	-0.3**	0.3**
20	0.0	0.5**	0.0	0.1	0.3**	0.3**	0.4**	0.1	0.4**	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.1	-0.1	0.4**	-0.2	0.3	-0.3**	1.0	0.2	0.1	0.3*	0.2	0.5**	0.28**	-0.4**
21	-0.2	0.2	0.0	-0.3*	0.0	-0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.3*	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.2	0.3**	0.1	-0.1	0.2	1.0	0.2	0.1	0.2	0.1	0.05	-0.0
22	-0.3	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	-0.2	-0.3*	0.4*	0.1	0.2	-0.2	0.1	0.2	1.0	0.2	-0.1	0.2	-0.08	-0.2*
23	0.2	0.3	-0.2	-0.1	0.3	0.2*	0.3	0.1	0.3*	0.2	0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	0.2	0.1	0.2	-0.3*	0.3**	0.7	0.2	1.0	0.4	0.6**	0.69**	0.5**
24	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.5**	0.3**	0.5**	0.1	0.4**	0.3	0.4**	-0.1	-0.1	-0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	-0.2	0.2	0.1	-0.1	0.4**	1.0	0.4	0.41	-0.3

Table 1 (continued)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
25	0.0	0.2	-0.1	-0.2	0.4**	0.3*	0.5**	0.2	0.6**	0.0	0.2	-0.1	-0.1	0.1	-0.4**	0.5**	0.2	0.3**	-0.5**	0.5**	0.1	0.2**	0.6	0.4**	1.0	0.6**	-0.9**
26	0.1	0.3	-0.2	-0.1	0.3*	0.3*	0.3	0.2	0.4*	0.1	0.3	-0.1	-0.1	-0.1**	-0.2	0.2	0.3	0.2	-0.3**	0.3*	0.1	-0.8	0.7	0.4**	0.6**	1	-0.5**
27	0.1	-0.2	0.1	0.1	-0.4**	-0.3*	-0.4**	-0.*	-0.5	0.0	-0.2	0.1	0.1	-0.1	0.3	-0.4**	-0.2	-0.2**	0.4**	-0.4**	-0.1	-0.3**	-0.5	-0.4**	-1.0**	-0.55**	1.0**

Remarks 1 Leaf blade color; 2 Basal leaf sheath color; 3 Leaf hair 4 Leaf angle; 5 Collar color; 6 Culm internode color; 7 Ear leaf color; 8 Tillering; 9 Stigma color; 10 apiculus color; 11 Sterile lemma color; 12 Awning; 13 Awning seed color; 14 Culm strength; 15 Flag leaf; 16 Panicle type; 17 Panicle base type; 18 Secondary branching; 19 Days to maturity; 20 Seed setting type; 21 Seed falling type; 22 Hairing seed; 23 Lemma- palea color; 24 Seed coat color; 25 Type of rice; 26 Seed shape; 27 Grain chakiness

สรุป

จากการศึกษาการจัดกลุ่มและความสัมพันธ์ของข้าวไร่ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่1 มีจำนวน 22 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 มีจำนวน 35 สายพันธุ์ และกลุ่มที่ 3 มีจำนวน 7 สายพันธุ์ เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานวิทยาของข้าวไร่พบว่า ลักษณะรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะการแตกระแง้ (0.49) มีความสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะการสุกแก่ (-0.70) และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับประเภทของข้าว (0.50) สีเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับประเภทของข้าว (0.60) รูปร่างของข้าว (0.69) และการเป็นท้องไข่ (0.52)

เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์ ศรีทุมมา. 2552. **การศึกษาพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองที่มีศักยภาพ เพื่อใช้ในระบบเกษตรยั่งยืนของอำเภอ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2548. ความหลากหลายทางพันธุกรรมในข้าวพื้นเมืองกับการพัฒนาในระบบปลูกข้าวไทย, น. 33-60.*ใน* ยอดหทัย เทพธรานนท์ และ กัญญวิมว์ กีรติกร, บรรณาธิการ. **ข้าว-มัน-กุ้ง**. งานนิเทศสัมพันธ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี.

Khatun, T.M., M. Hanafi, M.Y. Wong and M. Y. Rafii. 2015. Reactions and diversity analysis of upland rice genotypes against blast disease of rice (*Oryza sativa* L.). **Australasian Plant Pathol**. 44: 405–412.

Konate, A.K., A. Zongo, H. Kam, A. Sanni and A. Audebert. 2016. Genetic variability and correlation analysis of rice (*Oryza sativa* L.) inbred lines based on agro-morphological traits. **African Journal of Agricultural Research** 11(35): 3340-3346.

Rerkasem, B. and K. Rerkasem. 2002. Agrodiversity for *in situ* conservation of Thailand's native rice germplasm. **CMU. Journal** 1: 129-148.

Romesburg, H.C. 2004. **Cluster analysis for researchers**. California, USA.

Tripathy, S.K., B.R. Mohapatra, A.K. Parida, K. Pradhan, N. Senapati, G.B. Dash, D. Lenka, P.K. Nayak and D.R. Mishra. 2015. Revealing genetic variation and clustering pattern in upland rice using morpho-economic traits. **Electronic Journal of Plant Breeding** 6(3): 801-812.

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ปลูกในดินนาชุดดินพัทลุง

Effects of Using Chemical Fertilizer Based on Soil Analysis with Organic Fertilizer on Yield and Yield Components of Sangyodphatthalung rice Grown in Paddy Soil of Phatthalung Soil Series

สมพร ดำยศ [1*] เปรมฤดี ดำยศ[1] และ เมฆา ชาติกุล[1]

Somporn Domyos [1*], Preamrudee Domyos[1] and Meka Chartikul[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ปลูกในดินนาชุดดินพัทลุง วางแผนการทดลอง CRD จำนวน 4 ซ้ำ 9 สิ่งทดลอง ได้แก่ 1) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (chemical fertilizer based on soil analysis, CFBSA) 2) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปอเทือง 500 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+CJ_{500}) 3) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปอเทือง 1,000 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$CJ_{1,000}$) 4) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลไก่ 1,500 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$ChM_{1,500}$) 5) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลไก่ 2,000 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$ChM_{2,000}$) 6) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลสุกร 1,500 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CBSAF+$PM_{1,500}$) 7) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมุลสุกร 2,000 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$PM_{2,000}$) 8) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลโค 1,500 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$CM_{1,500}$) และ 9) ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลโค 2,000 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$CM_{2,000}$) ผลการทดลอง พบว่าสิ่งทดลอง CFBSA+$PM_{2,000}$ มีผลทำให้ข้าวมีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงสุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสิ่งทดลองอื่น ๆ เฉลี่ย 11.74 ก./กระถางและ 92.58 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลตอบแทนภายหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย พบว่าการใช้สิ่งทดลอง CFBSA+CJ_{500} ให้ผลตอบแทนสูงสุด (5,586 บาท/ไร่)

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the effects of using chemical fertilizer based on soil analysis with organic fertilizer on yield and yield components of Sangyodphatthalung rice grown in paddy soil of Phatthalung Soil series. A completely randomized design with 4 replications was used. The treatments were different fertilization regime, namely: 1) chemical fertilizer based on soil analysis (CFBSA), 2) CFBSA+ CJ_{500} (*Crotalaria juncia* 500 kg/rai), 3) CFBSA+ $CJ_{1,000}$ (*Crotalaria juncia* 1,000 kg/rai), 4) CFBSA+$ChM_{1,500}$ (chicken manure 1,500 kg/rai), 5) CFBSA+$ChM_{2.000}$ (chicken manure 2,000 kg/rai), 6) CFBSA+ $PM_{1,500}$ (pig manure 1,500 kg/rai), 7) CFBSA+ $PM_{2,,000}$ (pig manure 2,000 kg/rai), 8) CFBSA+ $CM_{1,500}$ (cow manure 1,500 kg/rai) and 9) CFBSA+ $CM_{2,000}$ (cow manure 2,000 kg/rai). The results showed that of the CFBSA+$PM_{2,000}$ which resulted increase in rice yield (11.74 g./pot) and % of filled grain (92.58 %) significantly difference among all treatments. Economic return over fertilizer cost in CFBSA+CJ_{500} was the greatest (5,586 baht/rai).

Key Words: chemical fertilizer based on soil analysis, organic fertilizer, Sangyodphattalung rice , yield, yield components

* Corresponding author; e-mail address: dsomporn@hotmail.com

[1] วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพัทลุง อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง 93000

[1] Phatthalung College of Agriculture and Technology, Phatthalung Province, 93000

คำนำ

ข้าวสังข์หยดพัทลุง (Sangyodphatthalung) เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองไวแสงพันธุ์แรกของไทยที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นข้าวจีไอ (GI, Geographical Indication) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 400 กก./ไร่ และถูกจัดไว้ในกลุ่มข้าวที่มีสีแดงที่มีคุณลักษณะพิเศษทางสุขอนามัยสูง โดยเฉพาะมีกาบา (GABA, gamma amino butyric acid) ปริมาณสูง เช่น ในข้าวกล้องงอก พบว่ามีปริมาณกาบาเฉลี่ย 10 มก./100 ก. (ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง, 2550) ในปัจจุบันจึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นและได้มีการปลูกกันมากขึ้นในจังหวัดพัทลุง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าดินนาในจังหวัดพัทลุงที่ใช้ปลูกข้าวมาเป็นระยะเวลายาวนานโดยไม่มีการจัดการดินและธาตุอาหารให้สอดคล้องกับสภาพดินที่ปลูกข้าว ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินนาลดลงจนในที่สุดจะไม่สามารถปลูกข้าวให้ผลผลิตสูงได้ตามที่ต้องการ ซึ่งธาตุอาหารในดินนาส่วนใหญ่มักสูญเสียไปกับผลผลิตข้าวที่ถูกนำออกไปจากพื้นที่เป็นประจำ ดังนั้นการปลูกข้าวจึงต้องเพิ่มเติมธาตุอาหารในดินนาให้เพียงพอกับความต้องการของข้าวจึงจะได้ผลผลิตข้าวได้ตามที่ต้องการ โดยการใส่ปุ๋ยข้าวเป็นวิธีการที่สำคัญในการเพิ่มธาตุอาหารในดินนา แต่ก่อนการใส่ปุ๋ยจะต้องทราบคุณสมบัติต่าง ๆ ของดินนาก่อนปลูกข้าว เช่น สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินนา ค่าปริมาณธาตุอาหารในดินนาที่เป็นประโยชน์ต่อข้าว เป็นต้น จึงจะสามารถกำหนดชนิดของปุ๋ย ปริมาณการใช้ปุ๋ย ช่วงเวลาการใช้ปุ๋ย และจุดใส่ปุ๋ยได้ถูกต้อง เพื่อให้ข้าวดูดปุ๋ยไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายและเร็วที่สุด โดยเฉพาะการจัดการดินและธาตุอาหารแบบผสมผสานเป็นสิ่งสำคัญด้วยการวิเคราะห์ดินเพื่อให้ทราบคุณสมบัติต่าง ๆ ของดินนาเสียก่อนแล้วจึงกำหนดการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกันเพื่อนำเอาคุณสมบัติที่ดีของปุ๋ยทั้งสองนี้มาส่งเสริมและสนับสนุนซึ่งกันและกันจะเป็นแนวทางที่ดีใช้เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยในนาข้าว เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ช่วยดูดซับไอออนของธาตุอาหารที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยเคมีแล้วค่อย ๆ ปลดปล่อยไอออนนี้ให้แก่ต้นข้าว (ยงยุทธ และคณะ, 2551) รวมทั้งยังช่วยส่งเสริมการพัฒนาระบบรากข้าวอีกด้วย (Yamazaki and Harada, 1982) สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่เลือกใช้ควรมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนเพียงพอกับความต้องการของข้าว เช่น มูลสุกร มีไนโตรเจน 2.69 % มูลไก่ มีไนโตรเจน 2.59 % (อำนาจ, 2553) ปอเทือง มีไนโตรเจน 2.53 % (สมพร และคณะ, 2550) ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ดังที่กล่าวนี้จะมีผลทำให้ข้าวมีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (ประเสริฐ และคณะ, 2542) อย่างไรก็ตามดินนาที่ชาวนาใช้ปลูกข้าวในปัจจุบันเป็นชุดดินแตกต่างกันและมีความอุดมสมบูรณ์ของดินแตกต่างกัน แต่ชาวนายังคงใส่ปุ๋ยข้าวตามคำแนะนำโดยทั่วไป ทำให้การปลูกข้าวมีปัญหาในการใช้ปุ๋ยข้าวที่มากหรือน้อยเกินไปในแต่ละฤดูกาลปลูก ได้ส่งผลถึงต้นทุนการผลิตข้างสูงเกินไปในขณะที่ข้าวได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการ ส่งผลให้ได้ผลผลิตข้าวต่ำและไม่เป็นไปตามที่ชาวนาต้องการ ถ้าชาวนาได้มีการวิเคราะห์ดินนาก่อนการปลูกข้าวก็จะสามารถประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและกำหนดการใช้ปุ๋ยได้แม่นยำ ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ หรือสามารถปฏิบัติได้ตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรียอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจรายตำบลที่กรมพัฒนาที่ดินได้จัดทำไว้แล้วก็ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์บางชนิดที่น่าสนใจต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ปลูกในดินนาชุดดินพัทลุง โดยเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์แบบบูรณาการตามศักยภาพของพื้นที่ที่คำนึงถึงชุดดินและข้าวที่ปลูก ซึ่งจะเป็นอีกแนวทาง

หนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าว ลดการใช้ปุ๋ยเคมี และลดต้นทุนในการผลิต รวมทั้งทำให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนในอนาคตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง ณ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพัทลุง จังหวัดพัทลุง ใช้ดินทดลองในพื้นที่ปลูกข้าวของตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง เป็นชุดดินพัทลุง (กลุ่มชุดดินที่ 6) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554) โดยมีค่าวิเคราะห์ดิน คือ ระดับอินทรียวัตถุ ปานกลาง ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สูง และระดับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ต่ำมาก มีคำแนะนำให้ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวไวต่อช่วงแสง คือ ปุ๋ยรองพื้นสูตร 46-0-0 อัตรา 7 กก./ไร่ ผสมกับสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กก./ไร่ หลังปักดำ 7-10 วัน และปุ๋ยแต่งหน้าสูตร 46-0-0 อัตรา 7 กก./ไร่ ก่อนการสุกแก่ 75 วัน และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก อัตรา 1.5-2.0 ตัน/ไร่ในขั้นตอนเตรียมดิน หรือปลูกพืชปุ๋ยสดแล้วไถกลบก่อนปลูกข้าว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 9 สิ่งทดลอง ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554) (chemical fertilizer based on soil analysis, CFBSA) 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปอเทือง 500 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+CJ_{500}) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปอเทือง 1,000 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$CJ_{1,000}$) 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลไก่ 1,500 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$ChM_{1,500}$) 5) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลไก่ 2,000 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$ChM_{2,000}$) 6) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลสุกร 1,500 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$PM_{1,500}$) 7) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมุลสุกร 2,000 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$PM_{2,000}$) 8) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลโค 1,500 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$CM_{1,500}$) และ9) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับมูลโค 2,000 กก. นน.แห้ง/ไร่ (CFBSA+$CM_{2,000}$) นำดินทดลองบรรจุในกระถาง ๆ ละ 10 กก. นำตัวอย่างปอเทืองและปุ๋ยคอกตามอัตราที่กำหนดไว้ในแต่ละสิ่งทดลองผสมกับดินในกระถางที่ระดับความลึก 10 ซม. (Williams and Finrock,1992) เติมน้ำและขังน้ำไว้ 15 วัน (สมพร และคณะ, 2550; Meelu *et al.*,1994) แล้วใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินก่อนปักดำ 1 วัน ปักดำกล้าข้าวกระถาง ๆ ละ 5 ต้น ดูแลรักษาระดับน้ำให้อยู่ในระดับความลึก 5 ซม. ตลอดช่วงการเจริญเติบโตของต้นข้าวและระยะ 2 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวปล่อยให้น้ำแห้ง ป้องกันและกำจัดศัตรูข้าวโดยใช้มือถอนวัชพืชและตรวจจับทำลายแมลงศัตรูข้าว และบันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต โดยนับจำนวนการแตกกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง ชั่งน้ำหนัก 100 เมล็ด และคำนวณเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือกที่ระดับความชื้น 14% เพื่อวัดผลผลิต และแปลผลการทดลองโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสิ่งทดลองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลและวิจารณ์การทดลอง

1. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

ผลผลิตข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติจากการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ แสดงใน Table 1 โดยสิ่งทดลอง CFBSA+$PM_{2,000}$ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 11.74 ก./กระถาง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสิ่งทดลอง CFBSA+$ChM_{2,000}$, CFBSA+$CM_{2,000}$, CFBSA+$PM_{1,500}$, CFBSA+$ChM_{1,500}$, CFBSA+$CJ_{1,000}$ และ

CFBSA+$CM_{1,500}$ มีค่าเฉลี่ยรองลงมา 11.25, 11.12, 10.78, 10.13, 9.92, 9.36 และ 9.32 ก./กระถาง ตามลำดับ ในขณะที่การใช้สิ่งทดลอง CFBSA ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 7.81 ก./กระถาง ซึ่งจากการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าว ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว ประมาณ 19.33 – 50.32 % จะเห็นได้ว่าจากการวิจัยนี้ การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่มีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวสูง เช่น มูลสุกร มูลไก่ ปอเทือง จะทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นสูงกว่าชนิดปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวต่ำกว่า โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เหล่านี้นอกจากจะเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นแล้ว อาจมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างของดินสูงขึ้น และมีผลดีต่อระบบรากข้าวคือทำให้การดูดธาตุอาหารเพิ่มขึ้นจากการปลดปล่อยของปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงไป ซึ่งจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ข้าวมีการเจริญเติบโตดีและมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (สมพร และคณะ, 2550; Yamazaki and Harada, 1982; Dayegamiye *et al.*, 2002: Wei *et al.*, 2016)

การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีผลทำให้องค์ประกอบผลผลิตข้าว จำนวนต้น/กอ จำนวนรวง/กอ จำนวนเมล็ด/รวง และน้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงใน Table 2 โดยสิ่งทดลอง CFBSA+$PM_{2,000}$ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงสุด 92.58 % แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสิ่งทดลอง CFBSA+$CM_{2,000}$ และ CFBSA+$PM_{1,500}$ มีค่าเฉลี่ย 91.53 และ 89.97 % ตามลำดับ รองลงมาคือสิ่งทดลอง CFBSA+$ChM_{2,000}$, CFBSA+$CM_{1,500}$, CFBSA+$CJ_{1,000}$, CFBSA+$ChM_{1,500}$ และCFBSA+CJ_{500} มีค่าเฉลี่ย 88.60, 88.60, 88.16, 86.52 และ 86.52 % ตามลำดับ ในขณะที่การใช้สิ่งทดลอง CFBSA ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเฉลี่ยต่ำสุด 85.70 % อย่างไรก็ตามจากการวิจัยนี้แม้ว่าองค์ประกอบผลผลิตอื่น ๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติก็ตาม แต่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนสูงกว่า (มูลสุกร มูลไก่ ปอเทือง ฯลฯ) จะมีแนวโน้มทำให้จำนวนต้น/กอ จำนวนรวง/กอ จำนวนเมล็ด/รวง สูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนต่ำกว่า (มูลโค) ซึ่งอาจจะส่งผลโดยตรงจากการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์เหล่านี้ได้สูงกว่าและถูกนำไปใช้สำหรับการแตกกอ ซึ่งถือเป็นระยะเริ่มต้นของการจะไปสร้างองค์ประกอบผลผลิตของข้าวที่สำคัญอื่น ๆ ตามมาตามลำดับ คือจำนวนรวง/กอ และจำนวนเมล็ด/รวง ต่อไป ซึ่ง Hirel *et al.* (2009) ได้รายงานว่าบทบาทของไนโตรเจนที่จะไปส่งผลต่อผลผลิตของธัญพืช มีจุดวิกฤตที่สำคัญคือช่วงต่อระหว่างการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบกับช่วงดอกบาน ถ้าหากได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนดอกบาน จะมีผลทำให้มีจำนวนเมล็ดลดลง ภายหลังจากดอกบานแล้วจะมีการเคลื่อนย้ายไนโตรเจนจากลำต้นและใบไปสะสมในเมล็ดจนถึงระยะเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับ Youli *et al.* (2000) ที่รายงานว่าไนโตรเจนที่ข้าวดูดไปใช้ก่อนดอกบาน 30 วันจะสัมพันธ์กับการเพิ่มส่วนรองรับผลผลิต (sink yield) ซึ่งหมายถึงขนาดหรือจำนวนเมล็ดมากกว่าช่วงการเจริญเติบโตใด ๆ ทั้งนี้เนื่องจากในระยะดังกล่าว ไนโตรเจนที่มีมากพอจะไปเพิ่มดัชนีพื้นที่ใบ เพิ่มการสังเคราะห์ด้วยแสง และสร้างน้ำหนักแห้ง เพื่อนำไปสำรองในเมล็ดมากขึ้น สำหรับการทดลองนี้ได้แสดงให้เห็นแนวโน้มปริมาณไนโตรเจนที่ให้ข้าวจากแหล่งปุ๋ยอินทรีย์ที่มากกว่าจะไปสร้างศักยภาพของแหล่งรองรับผลผลิต (potential sink yield) กล่าวคือมีการสร้างจำนวนแขนง แล้วต่อไปจะพัฒนาไปเป็นจำนวนรวง/ต้นและจำนวนเมล็ด/รวง แล้วส่งผลทำให้มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีมากขึ้นดังที่กล่าวแล้วใน

ตอนต้น จึงทำให้เห็นแนวโน้มศักยภาพของการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในอนาคตได้เป็นอย่างดี

Table 1 Grain rice yield and % increase of Sangyodphatthalung rice using chemical fertilizer based on soil analysis with organic fertilizer

Treatment	Grain rice yield (g/pot)	Increase (%)
1. CFBSA	7.81 [b1]	-
2. CFBSA+CJ_{500}	9.32 [ab]	19.33
3. CFBSA+$CJ_{1,000}$	9.92 [ab]	27.02
4. CFBSA+$ChM_{1,500}$	10.13 [ab]	29.70
5. CFBSA+$ChM_{2,000}$	11.25 [a]	44.05
6. CFBSA+$PM_{1,500}$	10.78 [a]	38.02
7. CFBSA+$PM_{2,000}$	11.74 [a]	50.32
8. CFBSA+$CM_{1,500}$	9.36 [ab]	19.85
9. CFBSA+$CM_{2,000}$	11.12 [a]	42.38
F-test	*	
C.V.(%)	15.74	

[1] In a column, data with the same letters do not differ significantly by $DMRT_{0.05}$

Table 2 Yield components of Sangyodphatthalung rice using chemical fertilizer based on soil analysis with organic fertilizer

Treatment	No. of tillers	No. of panicle/ hill	No. of spikelet/ panicle	% of filled grain	100 grain wt. (g)
1. CFBSA	17.75	14.75	184.65	85.70[d1]	1.87
2. CFBSA+CJ_{500}	17.33	13.08	183.02	86.52[cd]	1.81
3. CFBSA+$CJ_{1,000}$	18.42	14.17	195.87	88.16[bcd]	1.90
4. CFBSA+$ChM_{1,500}$	16.92	14.92	202.50	86.70[cd]	1.74
5. CFBSA+$ChM_{2,000}$	18.50	16.75	205.02	88.60[bcd]	1.80
6. CFBSA+$PM_{1,500}$	17.66	15.67	204.76	89.97[abc]	1.81
7. CFBSA+$PM_{2,000}$	18.67	16.17	214.29	92.58[a]	1.89
8. CFBSA+$CM_{1,500}$	16.33	14.67	196.93	88.60[bcd]	1.77
9. CFBSA+$CM_{2,000}$	17.25	14.75	211.15	91.53[ab]	1.85
F-test	ns	ns	ns	**	ns
C.V. (%)	13.27	13.68	9.27	2.55	6.44

[1] In a column, data with the same letters do not differ significantly by $DMRT_{0.05}$

2. ต้นทุนค่าปุ๋ยและรายได้ภายหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย

จากการเปรียบเทียบต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ รายได้ก่อนและหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย (Table 3) พบว่า การใช้สิ่งทดลอง CFBSA+$PM_{2,000}$ และCFBSA+$ChM_{2,000}$ มีต้นทุนค่าปุ๋ยสูงสุด (4,356 บาท/ไร่) ในขณะที่การใช้สิ่งทดลอง CFBSA+CJ_{500} มีผลตอบแทนภายหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยแล้ว เท่ากับ 5,586 บาท/ไร่ ดังนั้น แม้ว่าการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์บางชนิดจะเพิ่มผลผลิตข้าวได้สูงขึ้นก็ตาม แต่ต้องคำนึงถึงต้นทุนค่าปุ๋ยที่สูงขึ้นอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยอินทรีย์ที่มีราคาสูง เช่น มูลไก่ และมูลสุกร จึงควรพิจารณาเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์บางชนิดที่มีราคาต่ำ หรือใช้ปุ๋ยพืชสดที่ปลูกได้เองในนา เช่น ปอเทือง เป็นต้น ทั้งนี้ ควรเลือกชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ โดยพิจารณาแห่งของปุ๋ยและราคาปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย

Table 3 Production cost and economic returns when using chemical fertilizer based on soil analysis with organic fertilizer

Treatment	Fertilizer cost (Baht/rai)	Income (Baht/rai)	Income after correcting fertilizer cost (Baht/rai)
1. CFBSA	356	5,398.2	5,042.2
2. CFBSA+CJ_{500}	856	6,442.0	5,586.0
3. CFBSA+$CJ_{1,000}$	1,356	6,856.7	5.500.7
4. CFBSA+$ChM_{1,500}$	3,356	7,001.8	3,645.8
5. CFBSA+$ChM_{2,000}$	4,356	7,776.0	3,420.0
6. CFBSA+$PM_{1,500}$	3,356	7,451.1	4,095.1
7. CFBSA+$PM_{2,000}$	4,356	8,114.8	3,758.8
8. CFBSA+$CM_{1,500}$	1,856	6,469.6	4,613.6
9. CFBSA+$CM_{2,000}$	2,356	7,686.0	5,330.0

Provided: Fertilizer 46-0-0 = 14 Baht/kg, Fertilizer 0-0-60 = 16 Baht/kg, CJ = 1 Baht/kg, ChM = 2 Baht/kg, PM = 2 Baht/kg, CM = 1 Baht/kg and grain price = 18 Baht/kg

สรุป

จากการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ปลูกในดินนาชุดดินพัทลุง สรุปได้ว่า การใช้สิ่งทดลอง CFBSA+$PM_{2,000}$ มีผลทำให้ข้าวมีค่าเฉลี่ยผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงสุด อย่างไรก็ตามถ้าหากพิจาณาถึงผลตอบแทนภายหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยแล้ว การใช้สิ่งทดลอง CFBSA+CJ_{500} ให้ผลตอบแทนสูงสุด จากการทดลองนี้ จึงมีข้อเสนอแนะให้ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์พวกปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว อย่างไรก็ตามควรมีการทดลองซ้ำในสภาพไร่นาอีกครั้งเพื่อยืนยันผลการทดลองนี้ก่อนนำไปใช้ปฏิบัติต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอขอบคุณสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้ที่ส่งเสริมการวิจัย และขอขอบคุณวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพัทลุงที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2554. **คู่มือคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจรายตำบล ประจำปีการเพาะปลูก 2554-2556 อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ สองเมือง, ทวี ธนาวีย์, ธีรพันธ์ แพทยารักษ์, แพรวพรรณ กุลนทีทิพย์, กรรณิกา นาคกลาง และ สว่าง โรจนากุศล. 2542. **การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวต่อสรีรนิเวศวิทยาของข้าวและสมบัติดินที่สถานีทดลองข้าวพิมาย สถานีทดลองข้าวสุรินทร์**. หน้า 22-56. *ใน* รานงานผลการค้นคว้าวิจัยความอุดมสมบูรณ์ขอดินและปุ๋ยข้าวและธัญญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2536-2539. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญญพืชเมืองหนาว กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษย์ วงศ์มณีโรจน์ และเชาวลิต ฮงประยูร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. 2550. **ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง**. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

สมพร ดำยศ, อภินันท์ กำนันรัตน์ และวิเชียร จาฏุพจน์. 2550. **ผลผลิตมวลชีวภาพและการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของถั่วปุ๋ยพืชสดบางชนิด**. หน้า 432-350. *ใน* เอกสารการประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2553. **ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

Dayegamiye, A. N., T. S. Tran and M. R. Lavendiere. 2002. **Effect of green manures on Soil physical and biological properties and on crop yields and N nutrition**. 17th world congress of soil science Bangkok.

Hirel, B., J. L. Gouis, B. Ney and A. Gallis. 2009. **The challenge of improving nitrogen use Efficiency in crop plant : towards a more central role for genetic variability and Quantitative genetics within intergrated approaches.** : http://WWW.jxb.oxordjournals.org/content/full/erm097v1.2009.

Meelu, O. P., Y. Singh and B. Singh. 1994. **Green manuring for soil productivity improvement**. Rome : FAO.

Williams, W. A. and D. C. Finrock. 1992. **Effect of placement and time of incorporation of vetch on rice yields**. Agron. J. 54 : 547-549.

Wei, W., Y. Yan, J. Cao, P. Cristie, F. Zhang and M. Fan. 2016. **Effect of combined application of organic amendments and fertilizers on crop yield and soil organic matter**. Agri. Eco. and Env. J. 225 : 86-92.

Yamasaki, K. and J. Harada. 1982. **The root system formation and its possible bearings on grian yield in rice plants**. Japan Agri. Res. Quart. 15 : 153-160.

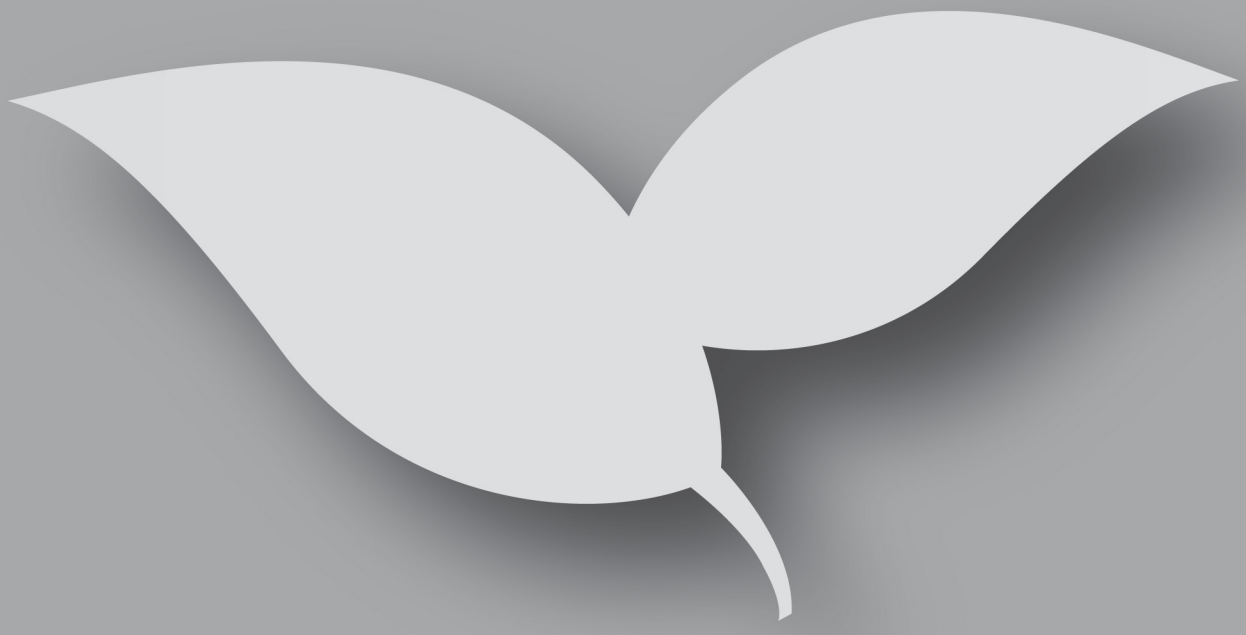
Youli, Y., Y. Yoshinori, W. Yulong, Y. Tetsushi, M. Akira, N. Youji and C. Jianzhong. 2000. **Role of nitrogen regulation in sink and source formation of high-yielding rice cultivars**. Soil Sci. and Plant Nutri. 46 : 825-834.

สาขาพืช

Subject: Plants

ภาคโปสเตอร์

Poster Presentation



Identification of Root-Knot Nematodes on Turfs in a Golf Course

Pitchaporn Pruengpradit[1], Buncha Chinnasri[1*] and Anongnuch Sasnarukkit[1]

ABSTRACT

Plant-parasitic nematodes are of prime constraints affecting health, quality, and production of turfgrasses on golf courses. Generally, the symptoms of nematode damage include “yellowing’’, “thinning’’, or “death”. Surveys of golf courses in the central region of Thailand found the turfgrasses of one golf course exhibiting the symptoms caused root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Consequently, five composite soil samples were collected from five different greens of this golf course (one composite soil sample per one green). Identification of species of *Meloidogyne* spp. was performed based on morphological features and molecular characteristics of the nematodes. The results from the study of morphological features using nematodes’ perineal patterns demonstrated that all perineal patterns had characteristics more or less similar to *M. incognita*. To confirm the results, the molecular technique based on the PCR method (Polymerase Chain Reaction) using the 194/195 primers yielded an amplicon of 720 bp which later could be identified as one of the following tropical root-knot nematodes species; either *M. incognita, M. javanica, or M. arenaria.* To distinguish nematode species, DNA amplification using Sequence Characterized Amplified Regions (SCAR) primers was employed and, at the result, all nematode samples from the putting green produced a characteristic product of 999 bp, which was finally described as *M. incognita.* DNA analysis of nematode samples from the green 1, 2, 3 and 4, however, demonstrated that they were not *M. incognita*. Consequently, more than one species of *Meloidogyne* co-existed in this golf course. This study was the first report of the identification of root-knot nematodes on turfs of Thailand using morphological and molecular techniques. The information is definitely useful for nematode management in the golf courses.

Key words: Grasses, *Meloidogyne incognita*, Thailand

*Corresponding author; e-mail address: **agrbcc@ku.ac.th**

[1] Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

INTRODUCTION

Plant-parasitic nematodes are an important factor affecting the health, quality, production, and maintenance of turfgrasses on golf courses (McClure *et al*., 2012). Nematodes frequently associated with turfgrasses in the western United States include root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp.; cyst nematodes, *Heterodera* spp.; Pacific shoot gall nematode, *Anguina pacificae*; ring nematodes, *Criconemella* spp.; spiral nematodes, *Helicotylenchus* spp.; stubby root nematodes, *Trichodorus* spp.; and lance nematodes, *Hoplolaimus* spp. (McClure *et al*., 2012). Generally, the symptoms of nematode damage are similar to those of other pest problems, nutritional deficiencies or environmental stresses (Moseley *et al*., 1914). Turfgrasses can be damaged by both ectoparasitic and endoparasitic nematode species (Crow, 2005). Root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) is an important factor affecting the health, quality, production, and maintenance of turfgrasses on golf courses. A survey of 238 golf courses in 10 states of the western United States found root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in 60% of the putting greens sampled (McClure *et al*., 2012).

In Thailand, surveys of plant-parasitic nematodes have been conducted by researchers from the Nematology Laboratory, Department of Plant Pathology, Kasetsart University since 2010 (Chinnasri *et al*., unpublished data). Of 122 soil samples collected from the golf greens experiencing the problem of “yellowing”, “thinning” and dead grasses, 109 samples or 89% of all soil samples contained the second-stage juveniles of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). However, identification of the species of *Meloidogyne* spp. collected from turfgrasses had never been done. Regarding the description of the species of root-knot nematodes in other crops in Thailand, there have been nine species of the nematodes reported. *M. arenaria* was identified from onion in the central region of Thailand. *M. exigua* and *M. graminicola* were found associated with lowland rice paddy fields in the central and the northern region of Thailand, respectively. *M. hapla* was encountered in more temperate conditions in the highlands of Northern Thailand on ornamentals and herbs. *M. incognita*, the most prominent and widespread species, is frequently recovered and associated with damage to over 60 plant species throughout the country, while *M. javanica* were reported infecting tuberose and gerbera in a localized area of central Thailand. Other species identified included *M. microcephala* from tobacco in Northern Thailand, a single record of *M. nasi* from sorghum in the Northeastern region, and a recent identification of *M. enterolobii* causing severe damage to guava in Damnoensaduak District, Ratcha Buri (Chinnasri *et al*., 2012)

Identification of *Meloidogyne* spp. based on nematode's perineal patterns used to be valid when there were only four common species of *Meloidogyne* existed. Currently, there have been over 100 species of *Meloidogyne* described. In addition, nematode identification using perineal patterns is no long acceptable anymore as this method usually gives questionable results and is associated with tedious tasks and requires high expertise of performers (Ye *et al*., 2015). Molecular approaches based on DNA analysis has replaced the morphological identification since it provides accurate outcomes and is more convenient to perform. In our research work, we employed morphological and molecular techniques to identify the species of *Meloidogyne* spp. found associated with turfs in a golf course in central Thailand. Since there has no report on the identification of the species of *Meloidogyne* infecting turfs in Thailand before, our study for the first time determined root-knot nematodes' species found associated with grasses on a golf course.

MATERIALS AND METHODS

Surveys of root-knot nematodes in five golf courses in the central region of Thailand

During November, 2015 to January, 2016, surveys of nematode problems caused by root-knot nematodes were conducted in five different golf courses in central Thailand. One golf course, namely the Royal Hill Golf Course in Nakhon Nayok province, exhibited the death, yellowing, and thinning of grasses on the putting green and the green No. 1-4. Soil samplings were therefore performed using a one-inch-diameter T-type soil probe to obtain ten soil cores (to the depth of eight inches from the soil surface) per green. Subsequently, these ten soil cores were placed into a plastic bag, mixed thoroughly and constituted one composite soil sample. Five composite soil samples (from five greens) were obtained and brought to the Nematology Laboratory at the Department of Plant Pathology, Kasetsart University, and later placed on six-inch-pots on which okra plants were grown (one pot per one composite soil sample or one green). Root-knot nematodes in the soil were allowed to multiply on okra plants for two months. Subsequently, okra roots were uprooted and gently washed free of soil. Nematode females were located and teased from the root tissues under a stereo microscope.

Identification of root-knot nematodes from turfs in a golf course

1. Morphological analyses: Five nematode females per pot were picked up from okra roots and transferred to a plastic sheet. Later on, their posterior ends were cut using a scalpel under a stereomicroscope. The cuticles around the vulva were trimmed into a square and cleaned with lactic acid (Taylor and Netscher, 1974). The perineal patterns were centered in a glycerin drop on a glass

slide. Later on, a cover slip was placed over the perineal patterns and sealed with clear nail polish. The patterns were observed under a compound microscope (Hartman and Sasser, 1985). There were five samples (perineal patterns) examined per green.

2. Molecular analyses: Same *Meloidogyne* cultures (pots) as in the morphological study were used in this molecular analysis. To begin the experiment, five nematode females with egg masses attached were retrieved from one pot. Egg masses were detached from their females and individually placed in two-centimeter-diameter-glass vials filled with sterilized water. Three days later, second-stage juveniles (J2) which had been hatched from eggmasses, were collected, placed in 1.5 ml eppendorf tubes filled with 200 µL of distilled water (approximately 20 J2/eppendorf) and frozen at -20 □C for 48 hrs. One gram of 0.1 mm-diameter glass beads was added to the tubes and vortexed. DNA was extracted using genomic DNA (Promega, USA). PCR amplifications using 194/195 primers and specific SCAR primers (Adam *et al.*, 2007). were carried out in 20 µL reactions using 7.5 µL of sterilized distilled water, 10 µL of Mastermix PCR (Thermo Fisher Scientific), 0.5 µL of each 10-µM primer (Table 1) and 1.5 µL of DNA extract. The PCR amplification conditions used for each primer set were described in Table 2.

Table 1 Primer codes, including their sequences and sources, used for identification of *Meloidogyne* species.

Code	Primer Sequence 5'-3'	Specificity and source
194	5'-TTAACTTGCCAGATCGGACG-3'	5S-18S ribosome region
195	5'-TCTAATGAGCCGTACGC-3'	Adam *et al.,* (2007)
MI-F	5'-GTGAGGATTCAGCTCCCCAG-3'	*M. incognita*-specific SCAR
MI-R	5'-ACGAGGAACATACTTCTCCGTCC-3'	Adam *et al.,* (2007)

Table 2 PCR amplification profiles used with different primers for identification of *Meloidogyne* species

Denaturation	Denaturation	Annealing (45 cycles)	Extension	Final extension	Hold
94˚c 2 min	94˚c 30 sec	50˚c (for 194/195), 56.5˚c (MI-F/ MI-R), 30 sec	72˚c 90 sec (for 194/195), 1 min (for MI-F/ MI-R)	72˚c 7 min	4˚c ∞

Following DNA amplification, the products were screened on 1% agarose gels and stained with ethidium bromide and visualized on an UV box. Positive control (using DNA extracted from the pure culture of *M. incognita*) and negative control (without any DNA) were included in the screening

electrophoresis. The experiment was carried five times with five different egg masses collected from each sample (green).

RESULTS AND DISCUSSION

1. Morphological identification

The species of root-knot nematode were identified using five perineal patterns/sample. All examined perineal patterns had high dorsal arches, no wing and lateral lines, which more or less resembled *M. incognita* (Figure 1). However, the results obtained from morphological characters of root-knot nematodes alone are normally not acceptable as the nematode morphology, especially "perineal pattern" have shown high intraspecific variations (Hunt and Handoo, 2009). This technique was introduced in 1949 by Chitwood and had been accepted for some time, especially when they were only four species of *Meloidogyne* described.

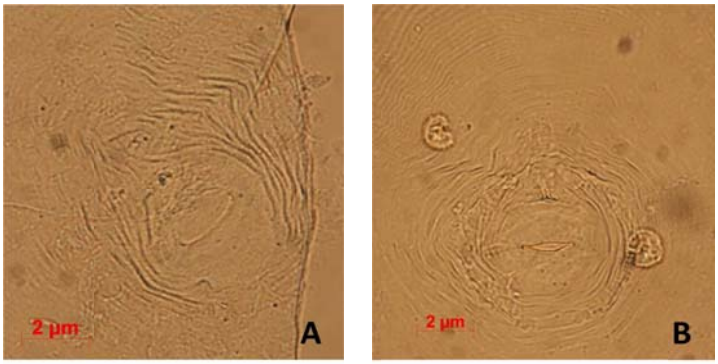


Figure 1 Photographs of perineal patterns of *Meloidogyne* collected from turfs of a golf course. A-B) perineal patterns with high dorsal aches and oval shape, resembling *Meloidogyne incognita*

2. Molecular identification

DNA amplification by 194 and 195 primers (Adam *et al*, 2007) produced a fragment of approximately 720 bp. in all nematode DNA of the five samples (or five different greens) (Figure 2). This demonstrated that DNA extracted and amplified were from the root-knot nematodes (*Meloidogyne*).

To distinguish the three different tropical root-knot nematode species (*M. incognita, M. javanica, or M. arenaria.*), DNA amplifications using Sequence Characterized Amplified Regions (SCAR) primers (Adam *et al*, 2007) were employed. A characteristic product of 999 bp, which corresponded to *M. incognita*, was produced only on the DNA extracted from the nematodes on the putting green (Figure 3). No band was observed on DNA from the green 1-4. Therefore, it was highly possible that more than one species of *Meloidogyne* were present in this golf course.

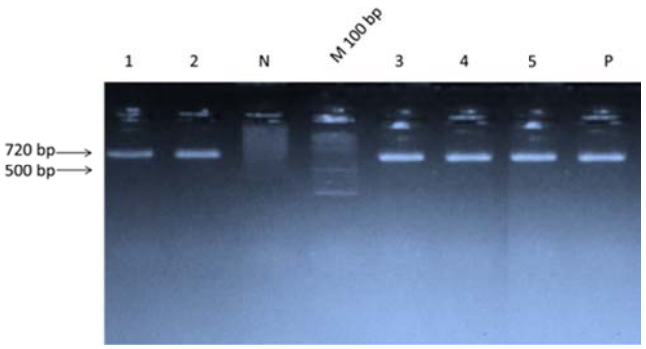


Figure 2 Amplification of the intergenic spacer (IGS) between 5S and 18S ribosomal genes using 194/195 primers (Lane 1 = DNA form Green 1; Lane 2 = DNA form Green 2; Lane 3 = DNA form Green 3; Lane 4 = DNA form Putting Green; Lane 5 = DNA form Green 4; Lane P = Positive control (DNA from pure culture of *M. incognita*); Lane N = Negative control (without any DNA); and Lane M = Marker 100 bp (Thermo Scientific GeneRuler 100 bp DNA Ladder))

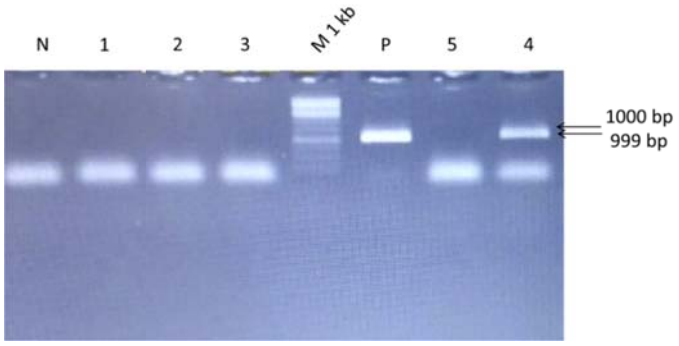


Figure 3 Amplification of nematode DNA using Sequence Characterized Amplified Regions (SCAR) primers (Lane N = Negative control (without any DNA); Lane 1 = DNA from Green 1; Lane 2 = DNA from Green 2; Lane 3 = DNA from Green 3; Lane 4 = DNA from Putting Green; Lane 5 = DNA from Green 4; Lane P = Positive control (DNA from pure culture of *M. incognita*); Lane M = Marker 1 kb (Thermo Scientific GeneRuler 1 kb DNA Ladder))

CONCLUSION

Root-knot nematodes (*Meloidogyne*) collected from the putting green of the Royal Hill Golf Course in Nakhon Nayok province were identified as *M. incognita* using their morphological characters (perineal pattern) and the molecular technique. However, all *Meloidogyne* samples from the green 1-4, which had their perineal patterns somewhat similar to *M. incognita*, were identified as non *M. incognita* when analyzed by the PCR technique. This result reiterated the invalidity of using perineal patterns as the only main characteristic to differentiate *Meloidogyne* species. Our further studies will mainly focus on determining the species of root-knot nematodes collected from the green 1-4.

The identification of *Meloidogyne* spp. by using the PCR technique is fast and reliable, compared with morphological techniques. Currently, it is commonly acceptable that identification of the species of *Meloidogyne* based on the "perineal pattern" of nematodes produces unreliable and subjective results since this morphological technique requires high and specific expertise of researchers. In addition, the preparation process of nematode specimens may deform or misshape "perineal pattern", resulting in misidentification. Therefore, identification of *Meloidogyne* species based on PCR technique has been extensively adopted in most nematology laboratories.

M. incognita is the most widespread and commonly found nematode species in tropical and subtropical regions (Chitwood, 1949). In Thailand, *M. incognita* has been reported on many economically important crops and posed a great challenge to crop production in the country. In turfgrasses, it is necessary that future research focus on the extent of real damage of only *Meloidogyne* on the grasses because the apparent reduction in growth of turfs on the golf courses in nature is usually caused by more than one kind of nematodes.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors feel indebted and would like to express our sincere appreciation for the financial support to carry out this study from the National Research Council of Thailand (NRCT), Procrop T&O Co., Ltd., and Royal Hill Golf Course, Sarika Waterfalls, Nakhon Nayok Province.

REFERENCES

Adam, M. A. M, M. S. Phillips and V. C. Blok. 2007. Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). **Plant Pathol.** 56: 190-197.

Chinnasri, B., K. Jindapunnapat, M. Ieamwimangsa and D. Coyne. 2012. Root-knot nematodes in Thailand: a current overview. *In* **Proceedings of 31th International Symposium of the European Society of Nematologists.** 23-27 September, 2012, Adana, Turkey.

Chitwood, B. G. 1949. Root-knot nematodes – Part I. A revision of the genus Meloidogyne Goeldi, 1887, pp. 90–104. *In* **Proceedings of the Helminthological Society of Washington 16 th.**

Crow, W. T. 2005. Nematodes on golf course: Plant-parasitic nematodes on golf course turf. **Outlooks on Pest Management.** 16(2):10-15.

Moseley, D., A.Patton., R. Bateman. and T. Kirkpatrick. 1914. Nematode Management in Lawns. **Agriculture and Natural Resources.** University of Arkansas, United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating. MP481.

Hartman, K. M. and J. N. Sasser, 1985. Identification of *Meloidogyne* species on basis of Differential hosts test and perineal pattern morphology, pp. 69-77. *In* K.R. Barker, C.C. Carter and J.N. Sasser, eds. **An Advance Treatise on *Meloidogyne*: Methodology.** North Carolina State University, USA.

Hunt, D.J. and Z.A. Handoo. 2009. Taxonomy, identification and principal species, pp. 55-88. *In* R.N. Perry, M. Moens and J.L. Starr, eds. **Root-knot Nematodes.** CABI, Wallingford, UK.

McClure, M. A., C. Nischwitz, A. M. Skantar, M. E. Schmitt and S. A. Subbotin. 2012. Root-knot nematodes in golf course greens of the western United States. **Plant Dis.** 96:635-647.

Taylor, A.L and C. Netscher. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. **Nematology.** 20:268-269.

Ye, W., Y. Zeng and J. Kerns. 2015. Molecular characterisation and diagnosis of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from turfgrasses in North Carolina, USA. **PLoS ONE.** 10(11): 0143556. doi10: 1371/journal pone.0143556.

การเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานและสรีรวิทยาของใบกาแฟโรบัสต้าในสภาพกลางแจ้งและพรางแสง

Changes in Morpho-Physiological Characteristics of Robusta Coffee Leaves under Full Sun and Shaded Conditions

พงศกร สุธีกาญจโนทัย[1] และ ระวี เจียรวิภา[1*]

Pongsakorn Suteekanjanothai[1] and Rawee Chiarawipa [1*]

บทคัดย่อ

ต้นกาแฟโรบัสต้าสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพกลางแจ้งและพรางแสง จึงเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานและสรีรวิทยาของใบในต้นกล้ากาแฟโรบัสต้า ระหว่างสภาพกลางแจ้งและพรางแสงในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน ผลการทดลองพบว่า ในช่วงฤดูฝนทำให้ต้นกาแฟในสภาพพรางแสงมีความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่มมากกว่าในช่วงฤดูร้อน รวมถึงลักษณะสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของใบ ซึ่งในช่วงฤดูฝนการพรางแสงทำให้มีพื้นที่ใบ น้ำหนักสดและแห้งใบ และไนโตรเจนในใบสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การพรางแสงทำให้ปริมาณไนโตรเจนต่อพื้นที่ใบ คลอโรฟิลล์ทั้งหมดต่อพื้นที่ใบ และแคโรทีนอยด์ต่อพื้นที่ใบมีแนวโน้มต่ำกว่าสภาพกลางแจ้ง แสดงให้เห็นว่า ต้นกล้ากาแฟโรบัสต้ามีการปรับตัวด้านลักษณะสัณฐาน-สรีรวิทยาของใบได้ตามสภาพความเข้มแสง รวมทั้งด้านการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางลำต้น

ABSTRACT

Coffee can be grown under full sun and shaded conditions. This study aimed to evaluate the adaptation of robusta coffee leaf structural traits from the effects of full sunlight and shading in summer and rainy seasons. Results found that the effect of shading on coffee growth was significant in the rainy season, it tended to have a larger growth (height and canopy width) than in summer. Only in the rainy season, shade grown saplings had significantly greater (leaf area; LA), leaf fresh weight, leaf dry weight and leaf nitrogen concentration (N) than the full-sun saplings. However, full-sun leaves generally had higher leaf N per leaf area leaf (N_a) chlorophyll content per leaf area (Chl_{total}/LA) and leaf carotenoid content per leaf area (Car/LA) than shaded leaves which appeared to be significantly affected. Thus, these results demonstrate that coffee saplings change leaf structural traits in different light intensity to optimize and adjust their growth and development.

Key words: Robusta coffee, Leaf traits, Plant adaptation, Light intensity, *Coffea canephora*

*Corresponding author; e-mail address: **rawee.c@psu.ac.th**

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[1]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112

คำนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคทั้งต่างประเทศและในประเทศ โดยมีพื้นที่ปลูกมากบริเวณภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งกาแฟอาราบิก้า (Arabica) ปลูกมากบริเวณภาคเหนือ ส่วนภาคใต้เป็นแหล่งปลูกกาแฟโรบัสต้า (Robusta) ที่สำคัญของประเทศไทย (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537) โดยในปี พ.ศ.2556 มีผลผลิตกาแฟของโลก 9.04 ล้านตัน แบ่งเป็นกาแฟพันธุ์อาราบิก้า 62% และพันธุ์โรบัสต้า 38% (International Coffee Organization, 2016) ขณะที่ผลผลิตกาแฟของประเทศไทยมีเพียง 0.52% ของโลกเท่านั้น หรือ 2,700 ตันต่อปี (กรมวิชาการเกษตร, 2558) แต่การผลิตกาแฟและการขยายพื้นที่ปลูกยังคงมีอัตราสูงขึ้นทั้ง 2 ชนิด และจำเป็นต้องปลูกภายใต้ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ และความสูงระดับน้ำทะเล เป็นต้น โดยเฉพาะการปลูกกาแฟร่วมกับพืชอื่นๆ เพื่อลดปริมาณความเข้มแสงและปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (Jaramillo *et al*., 2010)

ดังนั้นเพื่อศึกษาการปรับตัวทางสรีรวิทยาของต้นกล้ากาแฟโรบัสต้า จึงเปรียบเทียบระหว่างสภาพกลางแจ้งและพรางแสง ซึ่งน่าจะทำให้ทราบผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟที่อยู่ในสภาพต่างกันได้

อุปกรณ์และวิธีการ

เปรียบเทียบลักษณะสัณฐานและสรีรวิทยาในใบกาแฟโรบัสต้าสภาพกลางแจ้ง (Full sun) และพรางแสง (Shaded) โดยใช้ตาข่ายพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็น 2 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ย้ายปลูกต้นกล้าอายุ 8 เดือน ลงในกระถางพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ใช้วัสดุปลูก ดิน แกลบ และปุ๋ยคอก อัตรา 2:1:1 รดน้ำวันเว้นวันเป็นเวลา 1 เดือน ก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล โดยบันทึกในช่วงฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-เมษายน พ.ศ. 2559) และฤดูฝน (กรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2559) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีแบบ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95% ($P \leq 0.05$) บันทึกข้อมูลได้แก่ ปริมาณความเข้มแสงและอุณหภูมิผิวใบ ในช่วงเวลาประมาณ 10.00–13.00 น. ของวัน โดยบันทึกความเข้มแสงจากเครื่อง Light meter (Sun system, USA) ส่วนอุณหภูมิผิวใบบันทึกในใบที่มีอายุ 1 เดือน (ระยะเพสลาด) จากเครื่อง Infrared gun (UT301A, Hong Kong) การเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสต้า วัดความสูงต้นจากโคนต้นถึงยอด ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับความสูงจากโคน 10 ซม. และจำนวนใบทั้งหมดในต้นกาแฟ ส่วนสัณฐานและสรีรวิทยาของใบ (Leaf trait) กาแฟโรบัสต้า สุ่มเก็บใบ 2-4 ใบต่อต้น ทั้ง 2 ทรีตเมนต์ ในระยะใบเพสลาด วัดความยาวของใบ ความกว้างใบ พื้นที่ใบ จากเครื่องวัดพื้นที่ใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ ด้วยวิธีการสกัดจากสาร *N,N*-Dimethylformamide (DMF) และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Ultraspec 3000 UV/Visible, Pharmacia Biotech Inc, USA) ที่ความยาวคลื่น 647 664 และ 480 nm (Moran, 1982; Wellburn, 1994) ชั่งน้ำหนักสดใบ และน้ำหนักแห้งใบ ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง (ES-1200HA, Zepper scales LTD, Thailand) อบใบที่อุณหภูมิ 65°C เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง (Total non-structural carbohydrate; TNC) โดยใช้วิธี Manual Clang Anthrone (Osbone and Voogt, 1978) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ผล

สภาพแวดล้อมในช่วงฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559) มีปริมาณความเข้มแสงบริเวณต้นกาแฟสภาพกลางแจ้ง (1,822 μmol m^{-2} s^{-1}) มากกว่ากาแฟในสภาพพรางแสง (551 μmol m^{-2} s^{-1}) เช่นเดียวกับอุณหภูมิผิวใบกาแฟในสภาพกลางแจ้ง (42.30°C) มีค่าสูงกว่ากาแฟในสภาพพรางแสง (30.18°C) ส่วนในฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559) พบว่า ความเข้มแสงมีค่าน้อยกว่าช่วงฤดูร้อน โดยกาแฟในสภาพกลางแจ้ง (867 μmol m^{-2} s^{-1}) ยังคงมีค่าความเข้มแสงสูงกว่า ส่วนกาแฟในสภาพพรางแสง (280 μmol m^{-2} s^{-1}) เช่นเดียวกับอุณหภูมิผิวใบสภาพกลางแจ้ง (40.99°C) ซึ่งยังมีค่าสูงกว่าสภาพพรางแสง (29.65°C) (Figure 1)

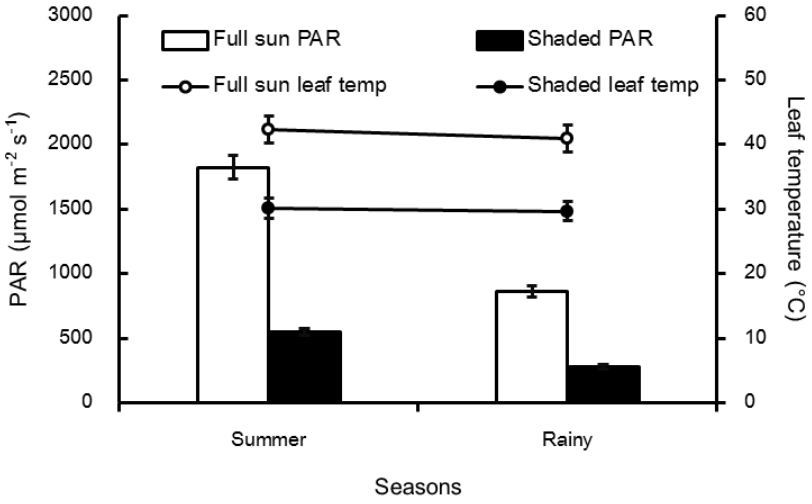


Figure 1 Photosynthetically active radiation (PAR) (μmol m^{-2} s^{-1}) and leaf temperature (°C) of robusta coffee seedlings under full sun and shaded conditions between summer and rainy seasons

สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสต้าในฤดูร้อน มีความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนใบ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับต้นกาแฟในสภาพพรางแสง ซึ่งมีแนวโน้มของความสูงต้น (68.20 ซม.) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (0.80 ซม.) ความกว้างทรงพุ่ม (33.80 ซม.) และจำนวนใบ (11.20 ใบ) สูงกว่ากาแฟในสภาพกลางแจ้ง ต่อมาในฤดูฝน พบว่า กาแฟในสภาพพรางแสงมีความสูงต้น (83.10 ซม.) และความกว้างทรงพุ่ม (29.72 ซม.) มากกว่ากาแฟในสภาพกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (1.02 ซม.) กับจำนวนใบ (8.40 ใบ) มีแนวโน้มมากกว่าเช่นเดียวกัน (Table 1)

Table 1 Comparative growth of robusta coffee seedlings under full sun and shaded conditions between summer and rainy seasons

Treatment	Seasons	Height (cm)	Stem diameter (cm)	Canopy width (cm)	No. of leaves
Full sun	Summer	65.60±6.22	0.77±0.14	32.40±2.95	10.40±2.95
Shaded		68.20±7.82	0.80±0.12	33.80±4.86	11.20±2.53
t-test		ns	ns	ns	ns
Full sun	Rainy	70.90±5.82	0.90±0.15	18.85±3.45	7.70±1.77
Shaded		83.10±8.03	1.02±0.17	29.75±5.29	8.40±3.09
t-test		**	ns	**	ns

Means±SD, ** = significant difference by t-test ($P \leq 0.01$), ns = no significant difference

ขณะที่สัณฐานและสรีรวิทยาของใบกาแฟโรบัสต้า พบว่า ในฤดูร้อนไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการปลูกในสภาพกลางแจ้งและการพรางแสง แต่กาแฟในสภาพพรางแสงมีแนวโน้มของพื้นที่ใบ (107.89 ตร.ซม.) น้ำหนักสด (2.22 กรัม) น้ำหนักแห้งใบ (0.68 กรัม) สูงกว่าในกาแฟสภาพกลางแจ้ง รวมไปถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (28.20 มก.ต่อตร.ซม.) สัดส่วนของคลอโรฟิลล์เอต่อบี (1.79 มก.ต่อตร.ซม.) สัดส่วนคลอโรฟิลล์ทั้งหมดต่อแคโรทีนอยด์ (27.64 มก.ต่อตร.ซม.) และคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจน (27.88) ขณะเดียวกัน ในฤดูฝน พบว่า กาแฟในสภาพพรางแสงมีพื้นที่ใบ (80.86 ตร.ซม.) น้ำหนักสด (1.61 กรัม) และน้ำหนักแห้ง (0.43 กรัม) มากกว่ากาแฟในสภาพกลางแจ้งเช่นเดียวกัน พร้อมทั้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แม้ค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่กาแฟในสภาพพรางแสงมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (24.05 มก.ต่อตร.ซม.) แคโรทีนอยด์ (0.94 มก.ต่อตร.ซม.) คาร์โบไฮเดรต (39.36 mg glucose g^{-1} dry wt) แนวโน้มสูงกว่า รวมไปถึงสัดส่วนของคลอโรฟิลล์เอต่อบี (2.00) และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดต่อแคโรทีนอยด์ (24.90) ขณะที่กาแฟในสภาพกลางแจ้งมีสัดส่วนไนโตรเจนต่อพื้นที่ใบ (0.041) คลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่ใบ (0.50) และแคโรทีนอยด์ต่อพื้นที่ใบ (0.022) มากกว่าในสภาพพรางแสง (Table 2)

Table 2 Comparative leaf traits of robusta coffee seedlings under full sun and shaded conditions between summer and rainy seasons

Leaf trait	Summer			Rainy		
	Full sun	Shaded	t-test	Full sun	Shaded	t-test
LA (cm^2)	98.44±22.64	107.89±34.53	ns	37.50±6.65	80.86±25.18	**
FW (g)	1.74±0.50	2.22±0.73	ns	0.75±0.13	1.61±0.50	**
DW (g)	0.59±0.16	0.68±0.23	ns	0.20±0.04	0.43±0.13	**
Chl_a (mg cm^{-2})	13.95±1.26	18.10±0.67	ns	11.43±4.24	16.07±4.52	ns
Chl_b (mg cm^{-2})	7.87±0.65	10.01±0.34	ns	6.11±1.42	7.96±2.07	ns
Chl_{total} (mg cm^{-2})	21.88±1.92	28.20±1.01	ns	17.56±5.63	24.05±6.59	ns
Carotenoid (mg cm^{-2})	0.89±0.05	0.98±0.02	ns	0.81±0.10	0.94±0.17	ns
TNC (mg g^{-1} dry wt)	39.03±5.27	38.20±2.84	ns	35.94±2.01	39.36±2.26	ns
Total N (%)	1.58±0.01	1.37±0.01	ns	1.54±0.01	1.88±0.02	**
DW/LA	0.006±0.001	0.007±0.002	ns	0.005±0.001	0.005±0.001	ns
N_a	0.09±0.01	0.09±0.002	ns	0.08±0.01	0.11±0.03	ns
Chl_{total}/LA	0.23±0.11	0.28±0.16	ns	0.50±0.13	0.33±0.18	**
Car/LA	0.009±0.003	0.010±0.004	ns	0.022±0.004	0.013±0.006	**
Chl_a/Chl_b	1.68±0.21	1.79±0.06	ns	1.81±0.37	2.00±0.08	ns
Chl_{total}/Carotenoid	22.53±8.08	27.64±5.21	ns	21.22±4.69	24.90±2.78	ns
C/N ratio	24.78±0.89	27.88±0.50	ns	23.38±1.09	20.82±1.20	ns

Means±SD, ** = significant difference by t-test ($P \leq 0.01$), ns = no significant difference

วิจารณ์

การพรางแสงทำให้ต้นกาแฟได้รับความเข้มแสงและอุณหภูมิผิวใบลดลง จึงส่งผลให้มีการเจริญเติบโตได้ดี แม้ปลูกในฤดูร้อน จึงทำให้การเจริญเติบโตทั้ง 2 สภาพ ไม่มีความแตกต่างกัน ขณะที่ในฤดูฝน พบว่า การพรางแสงทำให้ต้นกาแฟมีความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เนื่องจากสภาพพรางแสงในฤดูฝนมีความเข้มแสงน้อยกว่าฤดูร้อน ดังนั้นต้นกล้ากาแฟจึงอาศัยการปรับตัวด้วยการยืดลำต้นและขยายทรงพุ่มเข้าหาแสงมากขึ้น (ระวี และชนินทร์, 2558) สอดคล้องกับ การปลูกกาแฟร่วมกับไม้ยืนต้นที่มีร่มเงาปกคลุม เช่น มะคาเดเมีย กาแฟมีความสูงต้นดีกว่าการปลูกเชิงเดี่ยวหรือสภาพกลางแจ้ง (Perdona and Soratto, 2015) รวมถึงการปลูกร่วมกับโกโก้มีแนวโน้มการให้ผลผลิตกาแฟสูงกว่าสภาพกลางแจ้งเช่นเดียวกัน (Osei-Bonsu *et al*., 2002) ดังนั้นต้นกาแฟในสภาพกลางแจ้ง จึงมีการเจริญเติบโตช้ากว่า เนื่องจากสภาพที่มีปริมาณความเข้มแสงสูงมักทำให้ต้นกาแฟชะงักการเจริญเติบโต รวมถึงมีการทิ้งใบมากขึ้น (Morais *et al*., 2006)

สำหรับลักษณะสัณฐานและสรีรวิทยาของใบ ต้นกาแฟสภาพพรางแสงมีแนวโน้มปรับตัวได้ดีทั้งในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน โดยเฉพาะฤดูฝน ต้นกล้ากาแฟมีพื้นที่ใบ น้ำหนักสดและแห้งของใบสูงกว่า เนื่องจากปริมาณความเข้มแสงต่ำ พืชจึงมีการปรับตัวเพื่อต้องการแสงมากขึ้น สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง (Antonios *et al*., 2012) รวมถึงมีการเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ (Holwerda *et al*., 2012) จึงทำให้มีการสะสมปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจนต่อพื้นที่ใบ และคลอโรฟิลล์มากขึ้น (Da Matta *et al*., 1999) ขณะที่สภาพที่มีความเข้มแสงสูงหรือกลางแจ้ง ส่งผลต่อการสะสมปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้างลดลง (Batista *et al*., 2012) ดังนั้น ความเข้มแสงในแต่ละฤดูกาล จึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของใบและการเจริญเติบโตของต้นกาแฟได้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนที่มักมีอุณหภูมิเฉลี่ยรอบวันและความเข้มแสงสูง ซึ่งเป็นปัจจัยสภาพอากาศที่สำคัญ ที่จะมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและส่งผลต่อลักษณะสัณฐานและสรีรวิทยาของใบกาแฟได้ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาฤดูกาลในรอบปีที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะสัณฐานวิทยาใบของต้นกล้ากาแฟเพิ่มเติม

สรุป

กาแฟในสภาพพรางแสงมีการเจริญเติบโตทางลำต้นดีกว่ากาแฟในสภาพกลางแจ้ง ได้แก่ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนใบ รวมถึงลักษณะสัณฐานและสรีรวิทยาของใบ โดยทำให้มีพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งและปริมาณไนโตรเจนในใบสูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง “การปรับตัวลักษณะทางฟีโนไทป์และศักยภาพการเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสต้าที่ปลูกร่วมสวนยางพาราในจังหวัดสตูล” ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์สัญญาเลขที่ NAT580919S และการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขณะเดียวกัน ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโทสาขานิเวศสรีรวิทยาพืช (น.ส.อนุธิดา ชูแก้ว น.ส.วรัญญู ขวดหรีม น.ส.ปิยะนุช มุสิกพงศ์ นายพรเทพ ธีระวัฒนพงศ์ และนายณัฐวิทย์ ญาณพิสิฐกุล) ที่มีส่วนช่วยบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2558. **หนทางสู่การเป็นศูนย์กลางการแปรรูปกาแฟของ AEC**. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n15/v_9-oct/kayaipon.html, 8 สิงหาคม 2559.

ระวี เจียรวิภา และชนินทร์ ศิริขันตยกุล. 2558. การปรับตัวลักษณะฟีโนไทป์ของต้นกาแฟโรบัสต้าภายใต้สวนไม้ผลผสมผสาน. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ)** 46: 433-436.

ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง. 2537. **การปลูกและกาแฟอาราบิก้าบนที่สูง**. เชียงใหม่: พี อาร์ คอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Antonios, P., Ioannis, T., Georgios, S. and K. Stefanos. 2012. Effect of water deficit on leaf phenolic composition, gas exchange, oxidative damage and antioxidant activity of four Greek olive (*Olea europaea* L.) cultivars. **Plant Physiology and Biochemistry** 60: 1-11.

Batista, K.D., Araujo, W.L., Antunes, W.C., Cavatte, P.C., Moraes, A. B. K., Martins, S.C.V. and F.M. Da Matta. 2012. Photosynthetic limitations in coffee plants are chiefly governed by diffusive factors. **Trees** 26: 459–468.

Da Matta, F.M., Amaral, A.T. and A.B. Rena. 1999. Growth periodicity in trees of *Coffea arabica* L. in relation to nitrogen supply and nitrate reductase activity. **Field Crops Research** 60: 223-229.

Holwerdaa, F., Bruijnzeelb, L.A., Barradasc, V.L. and J. Cervantesd. 2012. The water and energy exchange of a shaded coffee plantation in the lower montane cloud forest zone of central Veracruz, Mexico. **Agricultural and Forest Meteorology** 173: 1–13.

International Coffee Organization. 2016. **The Current State of the Global Coffee Trade**. Available source: http://www.ico.org/monthlycoffee_tradestats.asp#sthash.AfyWvZ2z.dpuf, 8 August 2016.

Jaramillo-Botero, C., Santos, R.H.S., Martinez, H.E.P., Cecon, P.R. and M.P. Fardin. 2010. Production and vegetative growth of coffee trees under fertilization and shade levels. **Science Agriculture (Piracicaba, Braz.)** 67: 639-645.

Morais, H., Henrique, P., Ana, C., Ribeiro, M.A. and J.C. Gomes. 2006. Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. **Agronomic** 41: 763-771.

Moran, O. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with *N,N*-Dimethylformamide. **Plant Physiology** 69: 1376-1381.

Osborne, D.R. and P. Voogt. 1978. **Calculation of Caloric Value**. *In*: "Analysis of Nutrients in Foods". Academic Press, New York; 23-34 pp.

Osei-Bonsu, K ., Opoku-Ameyaw, K., Amoah, F.M. and F.K. Oppong. 2002. Cacao-coconut intercropping in Ghana: agronomic and economic perspectives. **Agroforestry Systems** 55: 1–8.

Perdona, M.J. and R.P. Soratto. 2015. Higher yield and economic benefits are achieved in the macadamiacrop by irrigation and intercropping with coffee. **Scientia Horticulturae** 185: 59–67.

Wellburn, A.R. 1994. The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Plant Physiology** 144: 307-313.

การประเมินค่าคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ในพืชอาหารสัตว์โดยใช้ SPAD-502Plus และ Greenseeker™

Assessment of Chlorophyll and Carotenoid Contents in Forage Crops by Using SPAD-502Plus and Greenseeker™

พรเทพ ธีระวัฒนพงศ์[1] และระวี เจียรวิภา[1*]

Pornthep Teerawattanapong[1] and Rawee Chiarawipa[1*]

บทคัดย่อ

ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ในพืชใช้บ่งบอกสภาวะของพืชด้านการปรับตัวทางสรีรวิทยาได้ งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ในพืชอาหารสัตว์โดยไม่ทำลายตัวอย่าง ด้วยเครื่อง Greenseeker™ และ SPAD-502Plus พบว่า ทั้ง Greenseeker™ และ SPAD-502Plus ให้ค่าความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันจากการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ (R^2=0.48) ทั้งในหญ้ามาเลเซีย หญ้าหวายข้อ และหญ้ารูซี่ ขณะเดียวกัน ค่า SPAD-reading และ NDVI ยังมีทิศทางเดียวกันเมื่อประเมินพืชอาหารสัตว์ในสภาพแปลงปลูก แสดงให้เห็นว่า Greenseeker™ สามารถนำมาใช้ประเมินรงควัตถุในใบพืชอาหารสัตว์ได้โดยไม่ทำลายตัวอย่าง ทั้งเฉพาะทรงพุ่มต้น หรือระดับแปลงปลูก

ABSTRACT

Leaf chlorophyll and carotenoid contents provides valuable support for the physiological adaptation of plants. The purpose of this study was to develop a nondestructive technique to estimate leaf chlorophyll and carotenoid contents in forage crops using the Greenseeker™ and SPAD-502Plus tools. Results showed that pigment contents of leaf samples from tropical carpet grass, whip grass and ruzi grass had good correlation as those measured with the Greenseeker™ and SPAD-502Plus (R^2=0.48). Also, the non-destructive determination of the SPAD reading and NDVI values showed a similar trend in different forage crops as a scale field trial. This study demonstrates that the Greenseeker™ handheld sensor can be used as an indirect indicator of pigment contents of forage crops, as a whole crop or a large field scale.

Key Words: NDVI, chlorophyll meter, non-destructive method, crop growth analysis, plant science measurement technique

* Corresponding author; e-mail address: **rawee.c@psu.ac.th**

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112

[1]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112

คำนำ

พืชอาหารสัตว์นิยมปลูกในสภาพพื้นที่โล่ง การประเมินความสมบูรณ์จึงมีความยุ่งยาก โดยเฉพาะการประเมินความสมบูรณ์ของพืชอาหารสัตว์ด้วยปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการประเมินที่ค่อนข้างนาน และไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องจากใบเดียวกันได้ (Moran, 1982) ทั้งคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ ยังเป็นตัวแปรในการประเมินความสมบูรณ์ของใบ และความเครียดที่พืชได้รับ (Hendry and Price, 1993)

SPAD-502Plus (Chlorophyll meter) นิยมใช้ประเมินความสมบูรณ์ของใบพืช เนื่องจากมีน้ำหนักเบาพกพาง่าย ใช้ได้สะดวก เพื่อประเมินค่าความเขียวของใบ (leaf greenness) หรือความเข้มข้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ และยังเป็นวิธีที่ไม่ทำลายตัวอย่างพืช (Kariya *et al.*, 1982) โดยใช้แสงสีแดง 2 ช่วงคลื่น คือ 650 และ 940 nm (red และ infrared LED) (Minolta Camera Co. Ltd., 1989) เช่นเดียวกับเครื่องวัดค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) (Greenseeker™) ที่สามารถประเมินความสมบูรณ์พืชได้เช่นกัน โดยสามารถประเมินได้ทั้งทรงพุ่ม ในสภาพพื้นที่การวัดประมาณ 50 cm^2 ใช้แสงสีแดง 2 ช่วงคลื่น คือ 660 และ 770 nm (Basyouni and Dunn, 2016)

เพื่อเป็นการประเมินค่าคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์จึงใช้เครื่องมือ SPAD-502Plus และ NDVI Greenseeker™ เปรียบเทียบกับการตัดตัวอย่างวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการประเมินความสมบูรณ์ของพืชอาหารสัตว์ในสภาพแปลงต่อไป ซึ่งพืชอาหารสัตว์ที่นิยมปลูกในสวนยางพาราทางภาคใต้ ได้แก่ หญ้ามาเลเซีย หญ้าหวายข้อ และหญ้ารูซี่

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาพืชอาหารสัตว์ที่ปลูกแซมในสวนยางพารา อายุ 2 ปี ระยะปลูก 3×6 เมตร จำนวน 3 ชนิด คือ หญ้ามาเลเซีย หญ้าหวายข้อ และหญ้ารูซี่ บริเวณ อ.นาหม่อม จ.สงขลา ในช่วงเดือนมิถุนายน - เดือนกันยายน 2559 ซึ่งมีการตัดหญ้าทุก 40-45 วัน

ความสมบูรณ์ของพืชอาหารสัตว์

สุ่มบันทึกข้อมูล NDVI โดยใช้ Greenseeker™ (Westminster, USA) ที่ระดับความสูง 75 เซนติเมตร จากระดับปลายใบ และบันทึกค่า SPAD-reading ด้วย SPAD-502Plus (Minolta, Japan) ตำแหน่งใบที่ 3 จากยอด ในพืชอาหารสัตว์ทั้ง 3 ชนิด ขณะเดียวกันเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่วัดด้วยเครื่องมือดังกล่าวแช่ในสารละลาย *N,N*-dimethyl formamide (DMF) และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 647 และ 664 nm (Moran, 1982) ส่วนปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดจะวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 480 nm (Wellburn, 1994) เปรียบเทียบความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear regression) โดยใช้ตัวอย่างในการทดลองชนิดพืชละ 50 ตัวอย่าง

ผล

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า NDVI และ SPAD-reading

ค่า NDVI และ SPAD-reading ของพืชอาหารสัตว์ในแต่ละชนิดมีค่าความสัมพันธ์กัน ดังสมการ y=48.342x-0.0484 (R^2=0.48) (Figure 1a) ส่วนสมการความสัมพันธ์ระหว่าง SPAD-reading และ NDVI คือ y=0.0099x+0.3699 (R^2=0.48) (Figure 1b) แม้จะมีความสัมพันธ์ที่ระดับ 48 เปอร์เซ็นต์ แต่สามารถใช้ประเมินพืชปลูกได้อย่างมีความแม่นยำ

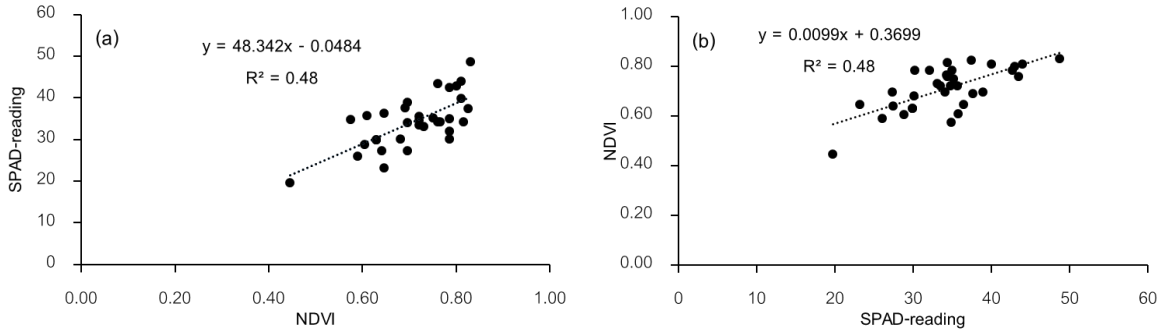


Figure 1 The relationship between NDVI and SPAD-reading (a) and SPAD-reading and NDVI (b) in forage crops

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD-reading และ NDVI ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ในพืชอาหารสัตว์

1) หญ้ามาเลเซีย

สมการความสัมพันธ์ในหญ้ามาเลเซีย ระหว่าง SPAD-reading และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คือ y=0.2108x+0.1481 (R^2=0.64) คลอโรฟิลล์บี y=0.0298x+0.6537 (R^2=0.60) คลอโรฟิลล์ทั้งหมด y=0.2405x+0.8019 (R^2=0.64) (Figure $2a_1$) และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด y=0.0691x+0.1144 (R^2=0.65) (Figure $2a_2$) ส่วนสมการความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และคลอโรฟิลล์เอ คือ y=21.289x-7.7267 (R^2=0.64) คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คือ y=3.0083x-0.459 (R^2=0.60) และ y=24.297x-8.1858 (R^2=0.64) ตามลำดับ (Figure $2b_1$) ส่วนแคโรทีนอยด์ทั้งหมด y=6.9787x-2.467 (R^2=0.65) (Figure $2b_2$)

2) หญ้าหวายข้อ

สมการความสัมพันธ์ในหญ้าหวายข้อ ระหว่าง SPAD-reading และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คือ y=0.4597x-1.8528 (R^2=0.65) คลอโรฟิลล์บี คือ y=0.1492x-0.9546 (R^2=0.75) คลอโรฟิลล์ทั้งหมด y=0.6088x-1.8528 (R^2=0.68) (Figure $3a_1$) และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด y=0.0714x+0.0839 (R^2=0.56) (Figure $3a_2$) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และคลอโรฟิลล์เอ y=46.43x-18.073 (R^2=0.65) คลอโรฟิลล์บี y=15.066x-6.5276 (R^2=0.75) คลอโรฟิลล์ทั้งหมด y=61.496x-24.6 (R^2=0.68) (Figure $3b_1$) และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด y=7.2095x-2.5829 (R^2=0.56) (Figure $3b_2$) ตามลำดับ

3) หญ้ารูซี่

สมการความสัมพันธ์ในหญ้ารูซี่ ระหว่าง SPAD-reading และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คือ y=0.3801x-0.6016 (R^2=0.48) คลอโรฟิลล์บี y=0.0975x+0.4982 (R^2=0.43) คลอโรฟิลล์ทั้งหมด y=0.4776x-0.1034 (R^2=0.47) (Figure $4a_1$) และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด y=0.0605x+0.017 (R^2=0.46) (Figure $4a_2$) ส่วนความสัมพันธ์

ระหว่าง NDVI และคลอโรฟิลล์เอมีสมการ คือ y=38.397x-14.805 (R^2=0.48) คลอโรฟิลล์บี y=9.848x-3.1446 (R^2=0.43) คลอโรฟิลล์ทั้งหมด y=48.245-17.949 (R^2=0.47) (Figure 4b_1) และแคโรทีนอยด์ทั้งหมด y=6.1147x-2.2448 (R^2=0.46) (Figure 4b_2) ตามลำดับ

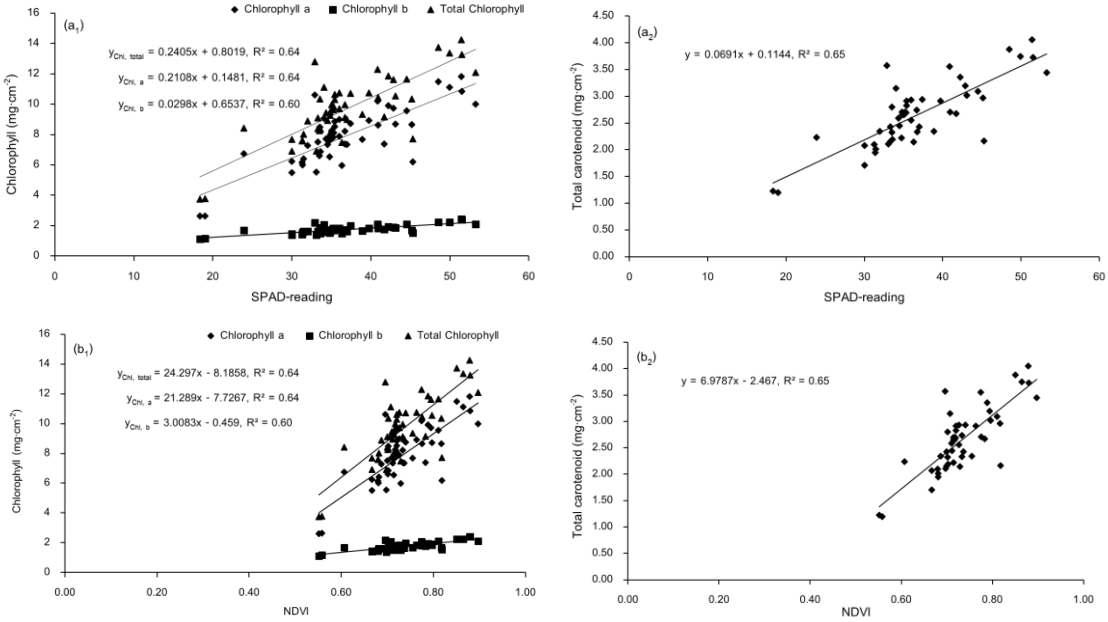


Figure 2 The relationships between SPAD-reading and chlorophyll contents (a_1), SPAD-reading and carotenoid content (a_2), NDVI and chlorophyll contents (b_1), and NDVI and carotenoid content (b_2) in tropical carpet grass

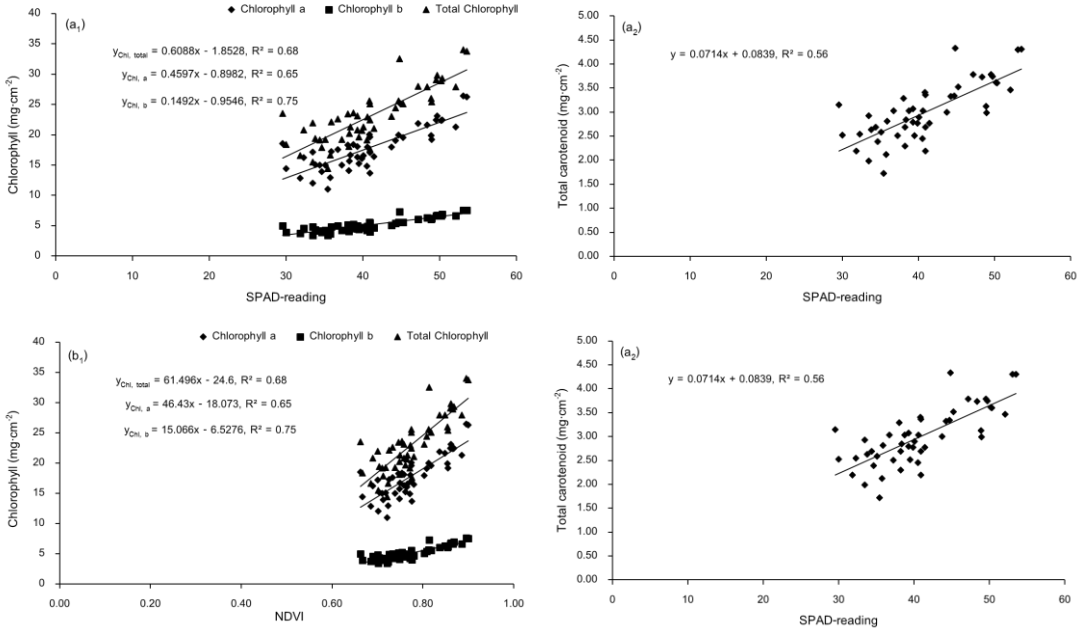


Figure 3 The relationships between SPAD-reading and chlorophyll contents (a_1), SPAD-reading and carotenoid content (a_2), NDVI and chlorophyll contents (b_1), and NDVI and carotenoid content (b_2) in whip grass

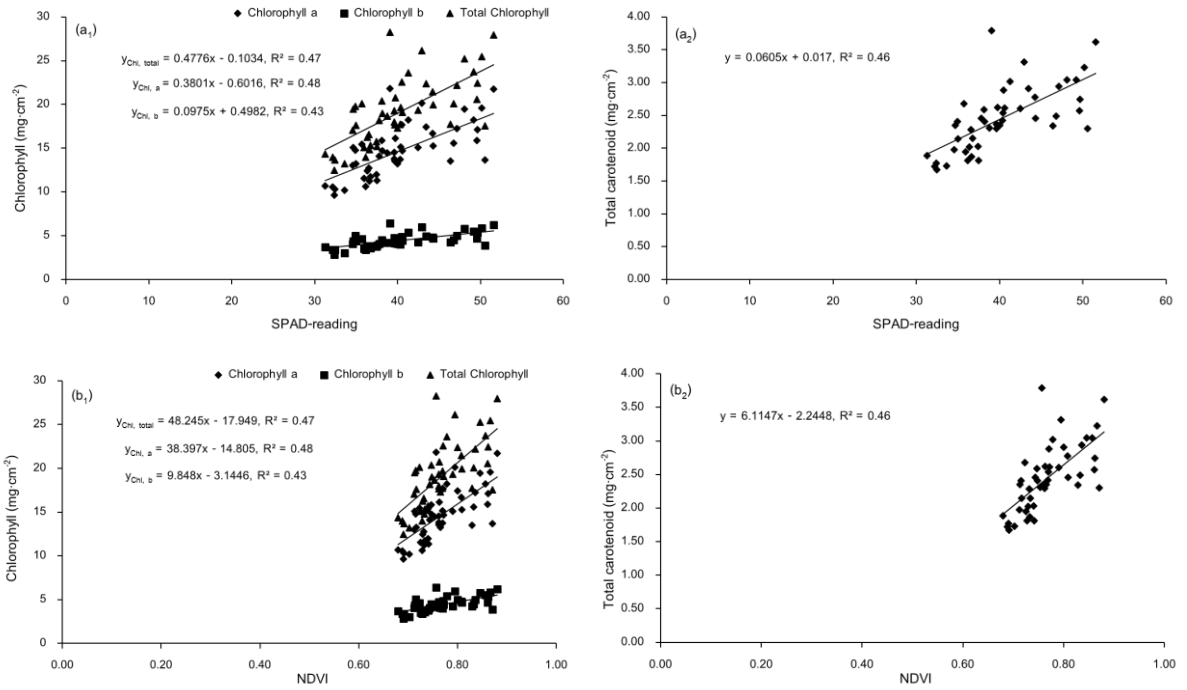


Figure 4 The relationships between SPAD-reading and chlorophyll contents (a_1), SPAD-reading and carotenoid content (a_2), NDVI and chlorophyll contents (b_1), and NDVI and carotenoid content (b_2) in ruzi grass

การประเมินค่า SPAD-reading และ NDVI ของพืชอาหารสัตว์ในแปลงปลูก

ค่า SPAD-reading และ NDVI ที่บันทึกได้จากในแปลงปลูก พบว่า ในเดือนมิถุนายน 2559 ช่วงต้นฤดูฝน พืชอาหารสัตว์ทุกชนิดจะมีทั้งค่า SPAD-reading และ NDVI ต่ำ ซึ่งในหญ้ามาเลเซียมีค่า SPAD-reading เท่ากับ 34 และ NDVI เท่ากับ 0.70 ส่วนหญ้าหวายข้อมีค่า SPAD-reading เท่ากับ 25 และ NDVI เท่ากับ 0.45 และในหญ้ารูซี่มีค่า SPAD-reading เท่ากับ 12 และ NDVI เท่ากับ 0.23 ซึ่งพบว่า พืชอาหารสัตว์แต่ละชนิดมีความสมบูรณ์แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ทั้งค่า SPAD-reading และ NDVI เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกันในเดือนกันยายน 2559 ซึ่งมีค่า SPAD-reading ในช่วง 35 และค่า NDVI เท่ากับ 0.78 (Figure 5)

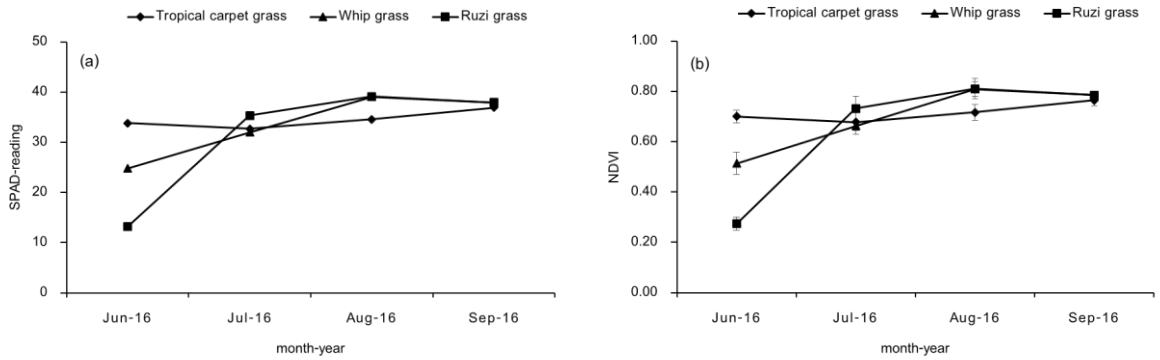


Figure 5 Changes in SPAD-reading values (a) and NDVI values (b) in tropical carpet grass, whip grass and ruzi grass during June - September 2016

วิจารณ์

เครื่องมือทั้ง 2 ชนิด สามารถใช้ประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งเครื่อง Greenseeker™ จะมีราคาถูกกว่าคลอโรฟิลล์มิเตอร์สามารถวัดค่าได้ในสภาพพื้นที่กว้างและทรงพุ่ม แต่มีข้อเสีย คือ ไม่สามารถบันทึกข้อมูลย้อนหลังได้ (Basyouni and Dunn, 2016) ปัจจุบันมีการนำมาใช้ประเมินความสมบูรณ์ และสถานะไนโตรเจนในพืชไร่ ได้แก่ มันฝรั่ง (Barascu *et al*., 2016) ข้าวโพด (Shaver *et al*., 2011) ข้าว (Balasubramanian *et al*., 2000; Shibayama *et al*., 2012) และข้าวสาลี (Adamsen *et al*., 1999) ส่วนเครื่อง SPAD-502Plus สามารถบันทึกข้อมูลย้อนหลังได้ แต่มีราคาแพง และต้องนำไปสัมผัสใบพืชโดยตรง ซึ่งในเดือนมิถุนายนค่า SPAD-reading และ NDVI มีค่าต่ำ เนื่องจากพืชอาหารสัตว์มีความสมบูรณ์ต่ำ และได้รับสภาพอากาศร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และได้รับน้ำในปริมาณน้อย ซึ่งบ่งชี้ถึงความเครียดที่พืชแสดงออกทางการปรับตัวของใบ (Shaver *et al*., 2011) สัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ในใบ ซึ่งการศึกษาในยางพาราอาจนำไปใช้ประเมินผลกระทบของการขาดน้ำ และการจัดการปุ๋ยในแปลงปลูกได้

สรุป

Greenseeker™ เป็นเครื่องมือทางสรีรวิทยาพืชที่สามารถใช้ประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ได้อย่างแม่นยำใกล้เคียงกับ SPAD-502Plus โดยสามารถนำไปประเมินความสมบูรณ์ของพืชอาหารสัตว์ในสภาพแปลงปลูกได้โดยไม่จำเป็นต้องทำลายตัวอย่างพืช และประหยัดเวลาในการประเมินค่าดังกล่าว

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ NAT590206S และทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโท สาขานิเวศสรีรวิทยาพืชทุกคนที่มีส่วนช่วยบันทึกข้อมูลจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Adamsen, F.J., P.J. Pinter, E.M. Barnes, R.L. LaMorte, G.W. Wall, S.W. Leavitt and B.A. Kimball. 1999. Crop ecology, production & management measuring wheat senescence with a digital camera. **Crop Science Society of America** 39: 719-724.

Balasubramanian, V., A.C. Morales, R.T. Cruz, T.M. Thiyagarajan, R. Nagarajan, M. Babu, S. Abdulrachman and L.H. Hai. 2000. Adaptation of the chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice: a review. **International Rice Research Institute** 5: 25–26.

Barascu, N., M.M. Duda and G. Olteanu. 2016. Study of dynamics SPAD and NDVI values of potato plants according to the differentiated fertilization. **Bulletin UASVM Agriculture** 73: 1-14.

Basyouni, R. and B. Dunn. 2016. **Use of optical sensors to monitor plant nitrogen status in Horticultural Plants**. Available source: http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-9045/HLA-6719web.pdf, 8 October 2016.

Hendry, G.A.F. and A.H. Price. 1993. **Stress indicators: chlorophylls and carotenoids**, pp. 148–152. *In* G.A.F. Hendry and J.P. Grime, eds. Methods in Comparative Plant Ecology. Chapman & Hall, London.

Kariya, K., A. Matsuzaki and H. Machida. 1982. Distribution of chlorophyll content in leaf blade of rice plant. **Japanese Journal of Crop Science** 51: 134-135.

Minolta Camera Co. Ltd. 1989. **Chlorophyll meter SPAD-502**. Instruction Manual. Radiometric Instruments Divisions, Osaka, Minolta, p 22.

Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with *N,N*-dimethylformamide. **Journal of Plant Physiology** 69: 1376–1381.

Shaver, T.M., R. Khosla and D.G. Westfall. 2011. Evaluation of two crop canopy sensors for nitrogen variability determination in irrigated maize. **Precision Agriculture** (Published online): 13.

Shibayama, M., T. Sakamoto, E. Takada, A. Inoue, K. Morita, T. Yamaguchi, W Takahashi and A. Kimura. 2012. Estimating rice leaf greenness (SPAD) using fixed-point continuous observations of visible red and near infrared narrow-band digital images. **Plant Production Science** 15: 293-309.

Wellburn, A.R.1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Plant Physiology** 144: 307-313.

Anatomical Characteristics of a Mangrove Species, *Bruguiera cylindrica* (L.) Blume (Rhizophoraceae)

Suwannawoot Pornpromsirikul[1], Prasart Kermanee[1*] and Vipak Jintana[2]

ABSTRACT

Bruguiera cylindrica (L.) Blume is found in downstream and intermediate estuarine zones in the middle intertidal region. This species grows in the fluctuation of salinity, intertidal, high sunlight, high temperature, muddy anaerobic soil and low oxygen levels in water and soil. Samples of prop roots, stems and leaves were collected from the Sirinart Rajini Ecosystem Learning Center, Prachuabkirikhan Province. Anatomical structures were studied by the permanent slide preparation using paraffin method, and observed under a light microscope. The prop root produces cork cover to protect and prevent sea water. Cortex of prop root forms by chain aerenchyma and large air spaces to enhance internal oxygen transfer. The stem has epidermis and covers with cuticle. In the leaf, epidermis of blade and midrib have thick lamellar cuticle that would seem to retard evaporative loss. There are hypodermal layers which plays an important role in water storage, salt accumulation and nutrient conservation. Sunken stomata were found only in lower epidermis that can reduce transpiration. Tanniferous cells and druse crystals were found in tissue.

Keywords: anatomy, aerenchyma, tanniferous cells, druse crystals

* Corresponding author; e-mail address: **fscipsk@ku.ac.th**

[1] Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[2] Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

INTRODUCTION

Bruguiera cylindrica (L.) Blume is found in downstream and intermediate estuarine zones in the middle intertidal region. It is shade tolerant and has a high generation potential, although it has a slow-growth rate (Robertson and Alongi, 1992). The wood of this species is used for timber, and is considered good for construction and charcoal production. Because its stem grows straight and has a large size, smooth surface containing much tannin which give high heat (Hou, 1970; Riwluang, 1986). The tannin found in bark can be used as dye, tanning, ink and glue (Komkris, 1993). In addition, leaves of *B. cylindrica* are used as fodder (Naskar and Mandal, 1999).

This species grows in the fluctuation of salinity, intertidal, high sunlight, high temperature, muddy anaerobic soil and low oxygen levels in water and soil. Specific morphological characteristics of *B. cylindrica*: tree, knee root, decussate leaves, flowers greenish in pedunculated cymes, calyx tube is yellow-green and smooth bell-shaped, cylindrical hypocotyl often curved (Hou, 1970). Its morphology has various adaptation to the special environment. Its root has special structure for gas exchange and ultra-filters of excessive salt in root system. In addition, its leaves are leathery with thick cuticle to reduce the water loss from transpiration. It reproduces by vivipary, the seed germinates while still attached to the mother plant (Kathiresan and Bingham, 2001).

Most studies on *B. cylindrica* have focused on ecology, distribution and their morphological adaptation. Anatomical data of this species are rare. The aim of this study is to investigate the anatomical characteristics of *B. cylindrica* in Thailand. The data may support understanding of adaptation which relates to special environment and is important knowledge for *B. cylindrica* conservation.

MATERIALS AND METHODS

Samples of *B. cylindrica* were collected from mangrove forest at the Sirinart Rajini Ecosystem Learning Center in Pranburi, Prachuabkirikhan Province, Thailand. Anatomical characteristics were studied in samples of prop roots, stems and leaves.

Ten samples were used for each organ, fixed in the formalin: 50% alcohol: glacial acetic acid (5:90:5) solution. Permanent slides were prepared, using Johansen (1940) and Kermanee (2008) paraffin method. Samples were then dehydrated in a series of alcohol concentration (50-100%) and embedded in paraffin at 60 °C. Transverse sections of 10-20 μm thickness for samples were obtained using a rotary microtome (Leica RM2165, Germany). These slides were deparaffinized, rehydrated, and stained with safranin (1% aqueous) and fast green safranin (0.5% in absolute ethanol) which distinguish between the primary wall and secondary wall. The stained samples were cleared with pure xylene and permanently mounted with permount. Finally, the permanent slides were observed under Zeiss' microscope assembled with AxioCam MRc camera and Axioskop II Plus program.

RESULTS

Anatomical characteristics of prop root

The outer layer is periderm, consists of rectangular cells of 2-4 layers with thick wall (Figure 1A-B). Cortex composes of 2 parenchyma types (Figure 1A-D). The first type is round-elliptic parenchyma and tanniferous cells with less intercellular spaces closer to periderm and stele (Figure 1B, 1D). The second type is thin wall aerenchyma with large air spaces in the central cortex (Figure 1C). The innermost of cortex is endodermis, consists of 1 layer of rectangular cells (Figure 1D). Abundance of druse crystals were found in the cortex (Figure 1B-D). Pericycle and tanniferous cells form a circular layer surrounding stele (Figure 1D). Stele is of ectophloic siphonostele type (Figure 1F). Secondary phloem surrounds secondary xylem, and a layer of vascular cambium is between secondary xylem and secondary phloem (Figure 1E). Secondary phloem comprises fiber clusters, sieve tube member, companion cells and tanniferous cells (Figure 1D). Pith comprises round and variously sized parenchyma cells. Tanniferous cells and druse crystals were found in pith (Figure 1E-F).

Anatomical characteristics of stem

Epidermis comprises one layer with characteristic furrow, covered with thick cuticle (Figure 2A-C). Cortex composes of round-elliptic and variously sized parenchyma cells (Figure 2B-D). The outer cortex consists of parenchyma with less intercellular spaces closer to epidermis (Figure 2C). The inner cortex composes of parenchyma with large intercellular spaces closer to stele (Figure 2D). Abundance of druse crystals were found in inner cortex (Figure 2B-D). Stele is of eustele type with a ring of collateral bundles (Figure 2A-B, 2E). Pith comprises round and variously sized parenchyma cells with less intercellular spaces. Abundance of druse crystals were also found in pith (Figure 2F).

Anatomical characteristics of leaf

Mature blade is bifacial, composes of upper and lower epidermis with thick cuticle. A layer of hypodermis is present on both upper and lower sides (Figure 3A-C). Stoma is the sunken type which is observed only on the lower epidermis (Figure 3C). Mesophyll composes of 2 types of modified parenchyma. Palisade mesophylls appear only in the upper part of leaf, consists of 2-3 layers (Figure 3B). Beneath palisade mesophyll is spongy mesophyll, consists of loose parenchyma with large intercellular spaces. Druse crystals were found in spongy mesophyll (Figure 3C). Midrib composes of one layer of upper and lower epidermis with thick cuticle. One to two layers of hypodermis are present on both upper and lower sides (Figure 3D, 3F). Outer cortex is narrower than inner cortex (Figure 3D). Cortex composes of round and variously sized parenchyma with less intercellular spaces. Druse crystals were found in inner cortical cells (Figure 3F). Stele is of eustele type, containing 6-8 groups of collateral bundles (Figure 3D-E).

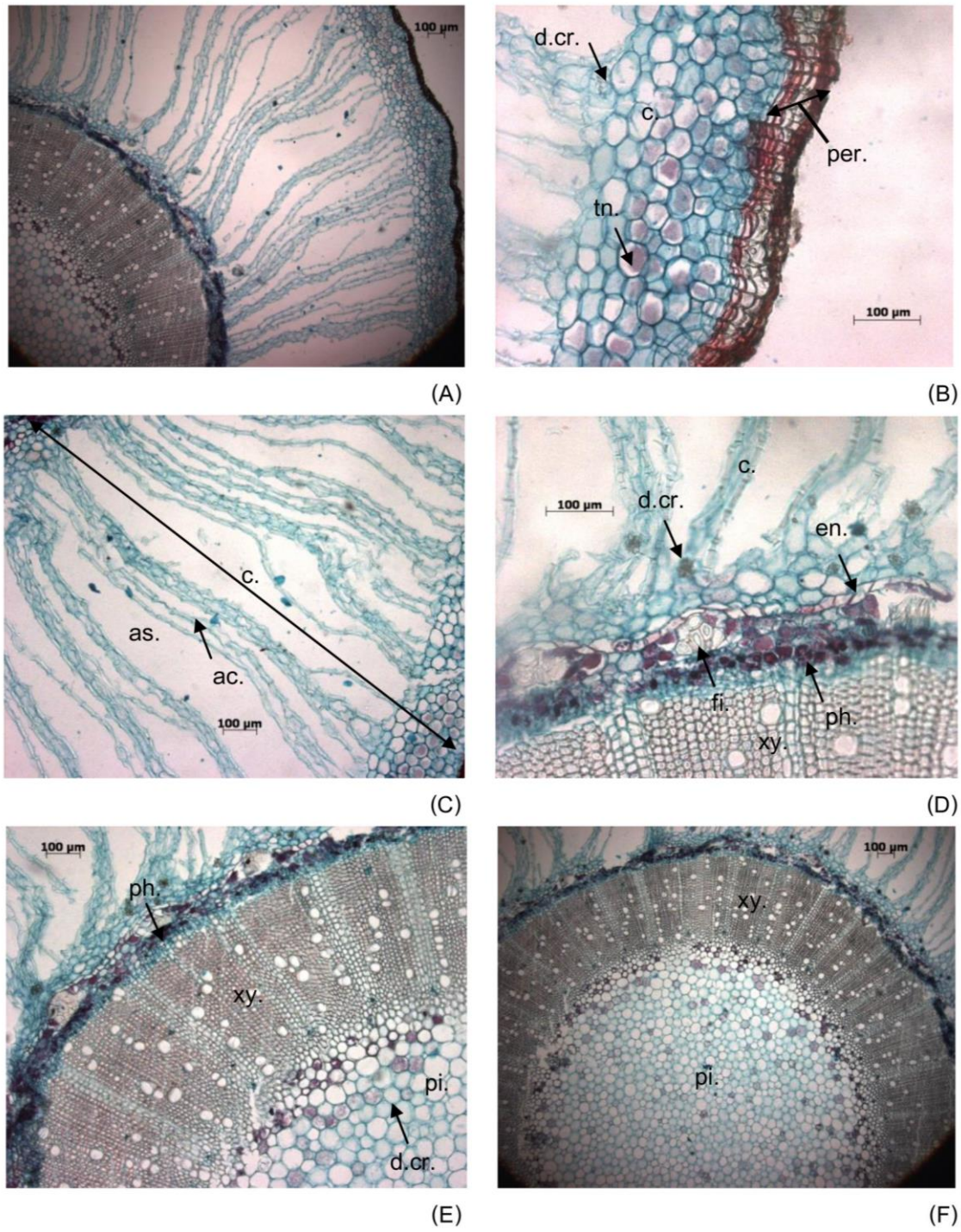


Figure 1 Transverse sections of prop root showing: (A) Periderm, cortex and stele; (B) Periderm and outer cortex; (C) Middle cortex; (D) Inner cortex and stele; (E-F) Stele.
(c: cortex, per: periderm, ac: aerenchyma, as: air space, en: endodermis, tn: tanniferous cell, ph: phloem, xy: xylem, fi: fiber, d.cr: druse crystal, pi: pith)

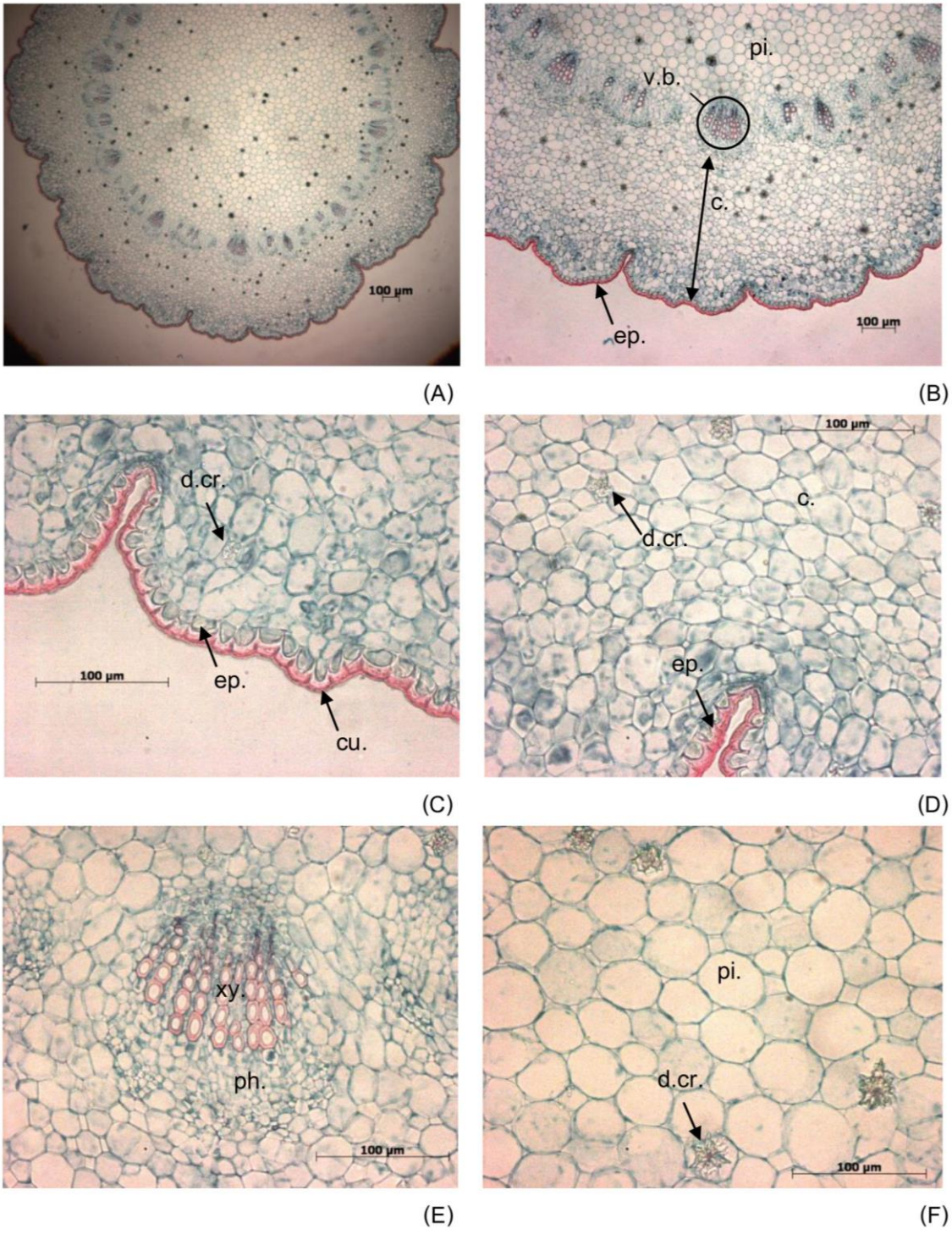


Figure 2 Transverse sections of stem showing: (A) Stele; (B) Cortex; (C) Epidermis; (D) Outer cortex and inner cortex; (E) Vascular bundle; (F) Pith and druse crystals.
(c: cortex, ep: epidermis, v.b: vascular bundle, ph: phloem, xy: xylem, pi: pith, cu: cuticle, d.cr: druse crystal)

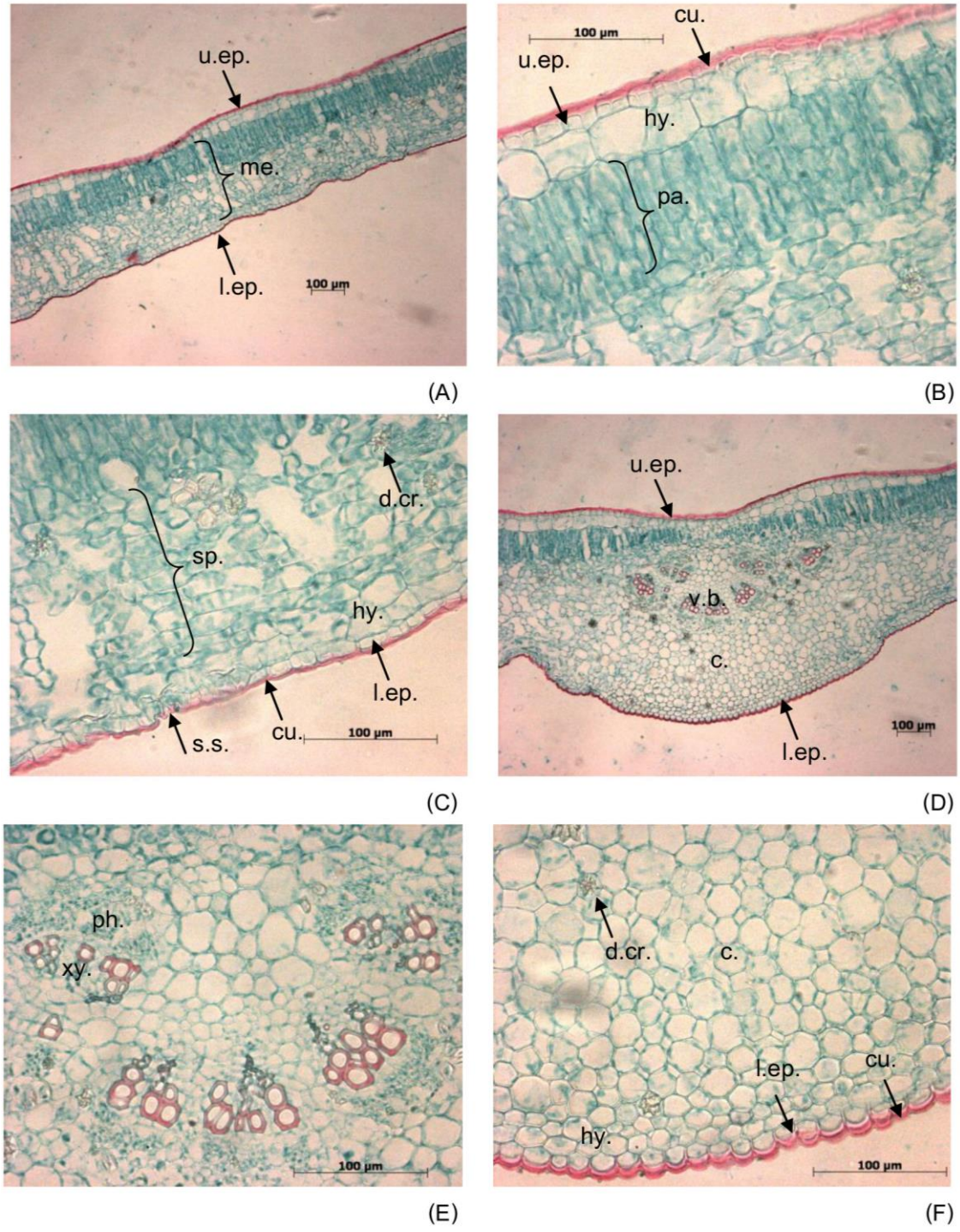


Figure 3 Transverse sections of leaf showing: (A) Blade; (B) Epidermis hypodermis and mesophyll; (C) Spongy mesophyll; (D) Midrib; (E) Vascular bundles; (F) Lower epidermis and cortex. (u.ep: upper epidermis, l.ep: lower epidermis, cu: cuticle, hy: hypodermis, me: mesophyll, pa: palisade mesophyll, sp: spongy mesophyll, s.s: sunken stomata, c: cortex, v.b: vascular bundle, ph: phloem, xy: xylem, d.cr: druse crystal)

DISCUSSION

The outer layer of prop root produces cork to protect and prevent sea water (Fahn, 1983). The anatomical structures of root have development of chain aerenchyma and large air spaces in central cortex to enhance internal oxygen transfer and gas exchange. Wetland plants have been shown to have adaptation to the anaerobic condition by aerial root system and aerenchyma in the root cortex (Justin and Armstrong, 1987). In addition, the innermost of cortex is endodermis. In *Bruguiera*, salt in surrounding seawater is excluded at the root (Tomlinson, 1986). Endodermis may block the passage of salt through the apoplast therefore excluding salt that cannot be transported within the protoplast (Flowers *et al*., 1986).

Epidermis of stem is furrow and covers with cuticle, which is thought to be for protection of the internal tissues from damages and environment variations (Riwluang, 1986). In addition, epidermis is covered by thick cuticle to prevent water evaporation (Toonyatorn, 1982). Cortex thickness and pith radius considerable would be in response to prolonged waterlogging duration or anoxic conditions (Yan *et al*., 2009). Soil inundation is considered to increase the parenchyma tissue in some plants (Kozlowski, 1997).

Mature blade and midrib compose of upper and lower epidermis with thick lamellar cuticle that would seem to retard evaporative loss (Saenger, 2002). There are hypodermal layers at on both sides that can perform various functions, including water storage, salt accumulation or osmoregulation, nutrient conservation and mesophyll protection via light backscatter and heat dissipation (Saenger, 2002). In addition, sunken stomata were found only in lower epidermis that can reduce transpiration. Leaves of most mangroves exhibit xeromorphic features that develop in response to drought condition of the mangrove environment (Saenger, 2002).

Tanniferous cells and druse crystals were commonly found in tissues of the plant. Tannin helps to prevent bacterial and fungal infestations (Giner-chavez, 1996), and also alleviates damage in tissue caused by ion excess, salt or hydrogen sulfide toxicities (Kimura and Wada, 1989). Plants deposit excess calcium salts and silicon dioxide as crystals (Fahn, 1983), but the ecological significance of this process was not clear (Wang *et al*., 2007).

CONCLUSION

Anatomy of *Bruguiera cylindrica* (L.) Blume has various adaptation to the fluctuation of salinity, intertidal, high sunlight, high temperature, muddy anaerobic soil and low oxygen levels in water and soil. For example, cortex of roots has aerenchyma and large air spaces. Epidermis of stems is furrow and covers with thick cuticle. Both epidermis sides of leaves are covered with thick cuticle. Hypodermal layers present in both sides of leaf. Sunken stomata were found only in lower epidermis. Furthermore, tanniferous cells and druse crystals were observed in tissue of plant.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thanks the Development and Promotion of Science and Technology Talents Project (DPST), the Sirinart Rajini Ecosystem Learning Center and Kasetsart University.

REFERENCES

Fahn, A. 1983. **Plant Anatomy.** Pergamon Press, New York.

Flowers, T.J., M.A. Hajibagheri and N.J.W. Clipson. 1986. Halophytes. **The Quarter Review of Biology.** 61: 313-337.

Giner-chavez, B.I. 1996. **Condensed Tannin in Tropical Forages.** Ph.D. thesis. Cornell University, Ithaca.

Hou, D. 1970. *Bruguiera,* pp. 7-10. *In* T. Smitinand and K. Larsen, eds. **Flora of Thailand.** Vol. 2 (1) (Rhizophoraceae). The ASRCT Press, Bangkok, Thailand.

Johansen, D.A. 1940. **Plant Microtechnique.** McGraw-Hill, New York.

Justin, S.H.F.W. and W. Armstrong. 1987. The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding. **New Phytologist.** 106: 465-495.

Kathiresan, K. and B.L. Bingham. 2001. Biology of mangrove and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology.** 40: 81-251.

Kermanee, P. 2008. **Plant Microtechnique.** Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Kimura, M. and H. Wada. 1989. Tannins in mangrove tree roots and their role in the root environment. **Soil Science and Plant Nutrition.** 35(1): 101-108.

Komkris, T. 1993. **The Structure of Mangrove Plants.** Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Kozlowski, T.T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology.** 1: 1-29.

Naskar, K. and R. Mandal. 1999. **Ecology and Biodiversity of Indian Mangroves.** Vol. 2. Daya, Delhi, India.

Riwluang, K. 1986. **Anatomy of *Bruguiera parviflora* and *Bruguiera cylindrica*.** Master thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Robertson, A.I. and D.M. Alongi. 1992. **Tropical Mangrove Ecosystems.** Coastal and Estuarine Studies 41. American Geophysical Union, Washington, DC.

Saenger, P. 2002. **Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation.** Kluwer Academic, The Netherlands.

Tomlinson, P.B. 1986. **The Botany of Mangrove.** Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Toonyatorn, T. 1982. **Plant Anatomy.** Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Wang, W.Q., Y. Xiao, L.Z. Chen and P. Lin. 2007. Leaf anatomical responses to periodical waterlogging in simulated semidiurnal tides in mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* seedlings. **Aquatic Botany.** 86: 223–228.

Yan, S.J., J.J. Zartman, M. Zhang, A. Scott, S.Y. Shvartsman and W.X. Li. 2009. Bistability coordinates activation of the EGFR and DPP pathways in *Drosophila* vein differentiation. **Molecular Systems Biology.** 5: 278.

ผลของรังสีแกมมาต่อความงอกของเมล็ด ความรอดชีวิตของต้นกล้าและความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้ในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ CH1

Effect of Gamma Rays on Seed Germination, Survival of Seedling and Pollen Sterility in Chainat 1 and CH1 Rice

ธนพร ฮัมดาหลี[1] ประภา ศรีพิจิตต์[1] และ ธานี ศรีวงศ์ชัย[1*]

Thanaporn Humdalee[1], Prapa Sripichitt[1] and Tanee Sreewongchai[1*]

บทคัดย่อ

การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการฉายรังสีแกมมา เป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มความแปรปรวนลักษณะทางพันธุกรรมข้าวให้มากขึ้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด ความอยู่รอดและความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวพันธุ์ CH1 โดยนำเมล็ดข้าวที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ของทั้งสองพันธุ์ไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน (acute irradiation) ที่ปริมาณรังสี 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 Krad จากการทดลองพบว่า เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด และความรอดชีวิตของต้นกล้าลดลง แต่เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันเพิ่มขึ้น ปริมาณ LD_{50} ที่เหมาะสมของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และข้าวพันธุ์ CH1 คือ 21 และ 22 Krad ตามลำดับ

ABSTRACT

Rice genetic variability could be increased by gamma ray inducing mutation. This research attempted to determine the effects of gamma rays on percentage of rice seed germination, survival of seedling and pollen sterility of Chainat 1 (CNT1) and CH1 varieties. Dry seeds of 14% moisture content of CNT1 and CH1 varieties were exposed to gamma radiations at the dose of 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100 Krad, respectively. The results found that seed germination and survival of seedling percentage were decreased when radiation dose increased. On the other hand, pollen sterility percentage was increased at the higher doses. The lethal dose LD_{50} was determined at the exposure dose of 21 and 22 Krad for CNT1 and CH1 respectively.

Key Words: seed germination percentage, survival percentage, pollen sterility percentage

* Corresponding author; e-mail address: agrtns@ku.ac.th

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยเพราะนอกจากเป็นอาหารหลักของคนไทยแล้วยังเป็นสินค้าเกษตรส่งออกที่ทำรายได้สูงให้แก่ประเทศอย่างมาก (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2547) ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูกในเขตชลประทาน เนื่องจากเป็นข้าวที่มีเมล็ดยาว คุณภาพดี ให้ผลผลิตสูงจึงเป็นที่ต้องการของตลาด แต่ออกดอกช้า ไม่ต้านโรคไหม้และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กรมวิชาการเกษตร, 2544) ในขณะที่ข้าวพันธุ์ CH1 เป็นข้าวที่แตกกอน้อย ต้นเตี้ย ลำต้นแข็งแรง ไม่หักล้มง่าย มีศักยภาพให้ผลผลิตสูง (ปาริฉัตร และคณะ, 2554)

เนื่องจากข้าวเป็นพืชผสมตัวเอง ลักษณะทางพันธุกรรม จึงอยู่ในสภาพคงตัว (homozygosity)การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้ยาก และใช้ระยะเวลานาน วิธีที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมได้เร็วขึ้น คือการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมและสามารถถ่ายทอดไปยังชั่วต่อไปได้ การใช้รังสีแกมมาเพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้เกิดลักษณะที่แปลกใหม่ เป็นการเพิ่มความหลากหลายของพันธุ์และมีโอกาสคัดเลือกลักษณะที่ดี (อรุณี, 2550) เมล็ดข้าวพันธุ์ Basmati 370, Basmati Pak, and Super Basmati ที่ฉายรังสีแกมมา 15, 20, 25 และ 30 Krad เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด ความสูงของยอดและความยาวของรากลดลง เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น (Nuclear Institute for Agriculture and BioloKrad, 2003) Ibrahim (2013) นำเมล็ดข้าวสายพันธุ์ Sakha 105 มาฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 15, 20 และ 25 Krad พบว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้จำนวนการติดเมล็ดต่อรวง และผลผลิตลดลง เปอร์เซ็นต์การอยู่รอด จะลดลงเมื่อได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ความทนทานต่อปริมาณรังสียังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ Harding *et al.* (2012) นำเมล็ดข้าวจำนวน 13 สายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศศรีลังกามาฉายรังสีแกมมาพบว่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของข้าวทั้ง 13 สายพันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยมีค่า LD_{50} ตั้งแต่ 34.5 Krad สำหรับข้าวพันธุ์ ROK18 ถึง 42.3 Krad สำหรับข้าวพันธุ์ ROK22

การทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อความงอก การรอดชีวิต และความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวพันธุ์ CH1 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ปริมาณรังสีแกมมาที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์

1.1 ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 เป็นข้าวเจ้า เมล็ดยาว คุณภาพดี ให้ผลผลิตสูงต้านโรคไหม้และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลปานกลาง

1.2 ข้าวพันธุ์ CH1 เป็นข้าวเจ้า แตกกอน้อย ต้นเตี้ย ลำต้นแข็งแรง จำนวนเมล็ดต่อรวงมาก ไม่หักล้มง่าย

2. เครื่องฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน (acute gamma irradiation) **รุ่น** Mark-I (Cesium-137)

3. อุปกรณ์ศึกษาความมีชีวิตของละอองเรณู ได้แก่ สไลด์และกระจกปิดสไลด์ กล้องจุลทรรศน์ เข็มเขี่ย (needle) และสีย้อมละอองเรณู I_2-KI

วิธีการ

1. ผลของปริมาณรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และข้าวพันธุ์ CH1

นำเมล็ดข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ CH1 มาฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน (acute gamma irradiation) ที่ปริมาณรังสี 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 Krad ได้เมล็ด M_1 จากนั้นนำเมล็ด M_1 มาเพาะลงใน Petri dish จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด บันทึกลักษณะเมล็ดที่มีการงอกที่ 3, 7 และ 14 วันหลังเพาะเมล็ดแล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

$$\text{การงอกของเมล็ด (\%)} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

2. ผลของปริมาณรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ CH1 ต่ออัตราการรอดชีวิตของต้นกล้าข้าว

นำเมล็ด M_1 ที่ผ่านการฉายรังสีแบบเฉียบพลันตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 Krad มาเพาะลงในกระบะปลูกข้าว จนกระทั่งต้นข้าวมีอายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด นับจำนวนต้นที่รอดชีวิตเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ได้รับการฉายรังสี แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าที่รอดชีวิต

$$\text{ต้นกล้าที่รอดชีวิต (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิต}}{\text{จำนวนต้นกล้าทั้งหมด}} \times 100$$

3. ผลของปริมาณรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อความเป็นหมันของข้าวพันธุ์ชัยนาท1และข้าวพันธุ์ CH1

ทดสอบความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้ของต้น M_1 ด้วยการย้อมละอองเกสรตัวผู้ด้วย I_2-KI แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้โดยใช้สูตร

$$\text{ละอองเกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน (\%)} = \frac{\text{จำนวนของละอองเกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน}}{\text{จำนวนละอองเกสรตัวผู้ทั้งหมด}} \times 100$$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของปริมาณรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวพันธุ์ CH1

จากการทดลองพบว่าปริมาณรังสีที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก ของเมล็ดในช่วงระยะเวลา 3 วันหลังจากเพาะ ในขณะที่ระยะเวลา 7 และ 14 วันของทั้งสองพันธุ์ พบว่าปริมาณรังสีตั้งแต่ 60 Krad ขึ้นไปไม่พบต้นกล้าที่รอดชีวิต (Table1)

Table1 The effect of gamma irradiation on percentage germination of CH1 and CNT1 rice varieties

Radiation	CH1			CNT1		
dose (Krad)	3 days	7days	14 days	3 days	7 days	14 days
Control	98.40	94.00a	89.40a	98.60	96.80a	95.60a
10	97.20	95.80a	91.40a	98.00	95.00a	95.00a
20	97.20	93.60a	88.80a	97.20	93.50a	93.00ab
30	97.20	93.60a	87.40a	97.10	89.40a	88.80b
40	97.20	65.80b	56.20b	97.20	79.20b	65.20c
50	97.60	33.40c	31.00c	97.00	26.00c	17.60d
60	97.20	0.00d	0.00d	97.00	0.00d	0.00e
70	97.00	0.00d	0.00d	97.00	0.00d	0.00e
80	97.00	0.00d	0.00d	97.00	0.00d	0.00e
90	97.80	0.00d	0.00d	97.00	0.00d	0.00e
100	97.00	0.00d	0.00d	97.00	0.00d	0.00e
F-test	ns	*	*	ns	*	*
CV (%)	12.65	20.62	23.34	12.25	22.35	25.62

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

ผลของปริมาณรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ CH1 ต่ออัตราการรอดชีวิตของต้นกล้าข้าว

จากการทดลองพบว่า ค่า LD_{50} ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ CH1 ที่อายุ 30 วันหลังเพาะเมล็ด คือ 21 Krad (Figure 1) และ 22 Krad (Figure 2) ตามลำดับ ปริมาณรังสี 10 Krad มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ International Atomic Energy Agency (1977) พบว่าปริมาณรังสีในช่วง 11 – 30 Krad เป็นอัตราการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่เหมาะสมสำหรับการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าว

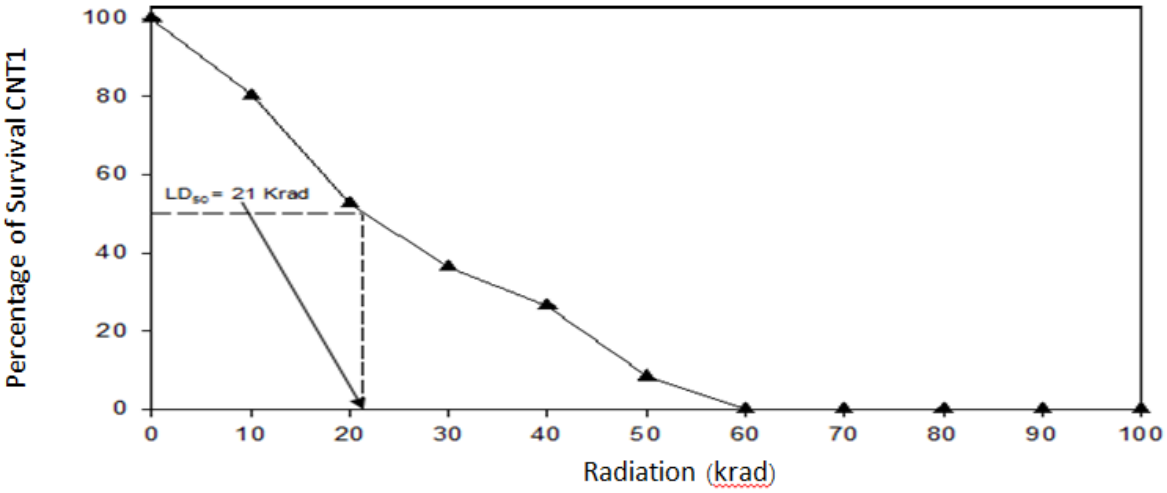


Figure 1 Percentage of survival CNT1 after treated with gamma radiation and grown for 30 days

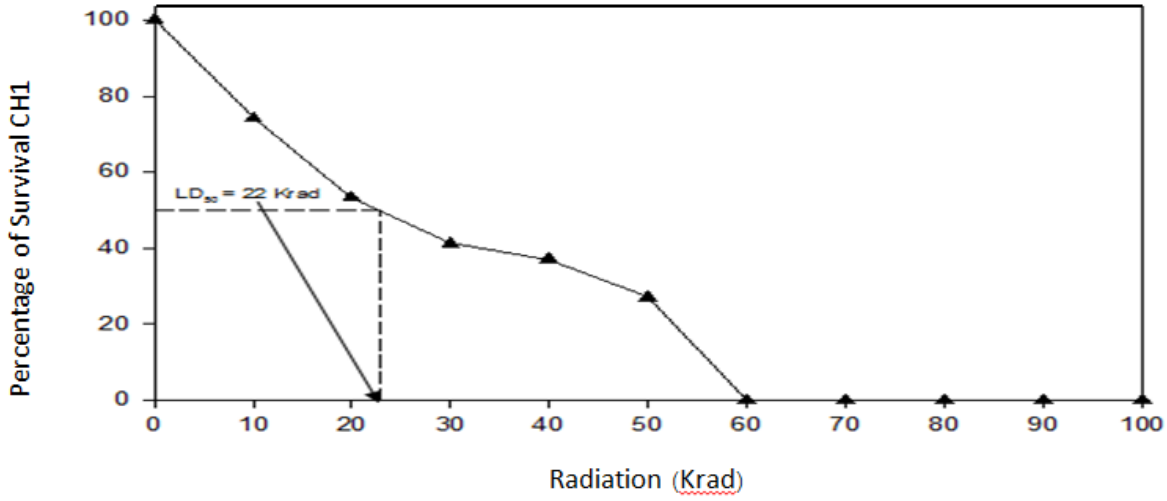


Figure 2 Percentage of survival CH1 after treated with gamma radiation and grown for 30 days

ผลของปริมาณรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่มีผลต่อความเป็นหมันของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ CH1

จากการทดลองพบว่า เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้ในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (Figure 3) และ CH1 (Figure 4) จะเพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณรังสี 50 Krad ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1และ CH1จะมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันมากที่สุดคือ 96.36 และ 95.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

(Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Ibrahim (2013) ที่พบว่าการนำเมล็ดข้าวสายพันธุ์ Sakha 105 มาฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 15,20 และ 25 Krad โดยพบว่า 25 Krad มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันมากที่สุด

Table 2 Effect of gamma irradiation on pollen sterility of CNT1 and CH1 rice varieties

Radiation dose (Krad)	Pollen Sterility (%)	
	CNT1	CH1
control	0.00	0.00
10	12.57	6.59
20	20.69	20.69
30	43.53	42.74
40	81.25	96.36
50	96.36	95.77

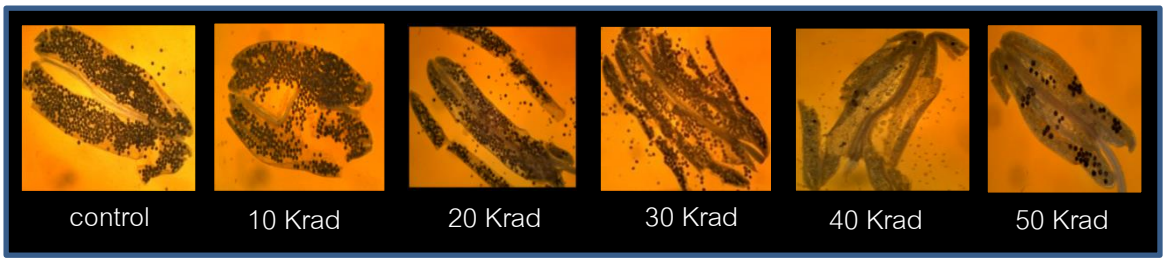


Figure 3 Effect of gamma irradiation on pollen sterility of CNT1

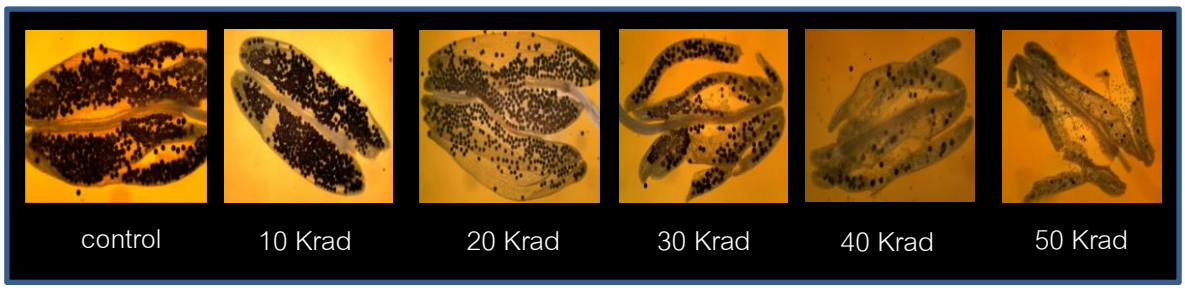


Figure 4 Effect of gamma irradiation on pollen sterility of CH1

สรุป

ปริมาณรังสีที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดในช่วงระยะเวลา 3 วันหลังจากการงอก แต่มีผลที่ระยะเวลา 7 และ 14 วัน โดยที่ปริมาณรังสีตั้งแต่ 60 Krad ขึ้นไปไม่พบต้นกล้าที่รอดชีวิตหลังจากการงอก 7 วัน โดยค่า LD_{50} ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ CH1 คือ 21 และ 22 Krad ตามลำดับ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้ในข้าวทั้งสองพันธุ์เพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณรังสี 50 Krad ที่ต้นข้าวรอดชีวิตนั้น ข้าวทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของละอองเกสรตัวผู้มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2544. **ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช: ข้าว**. กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. **ยุทธศาสตร์ข้าวปี 2547 – 2551**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ปาริฉัตร รัตนผล, ประภา ศรีพิจิตต์ และ ธานี ศรีวงศ์ชัย. 2554. การพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอที่เฉพาะกับการทำหน้าที่ของยีนความหอมในข้าว. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 49**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิต. 2550. **การกลายพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Harding, S.S., S.D. Johnson, D.R. Taylor., C.A. Dixon and M.Y. Turay. 2012. Effect of gamma rays on seed germination, seedling height, survival percentage and tiller production in some rice varieties cultivated in Sierra Leone. **American Journal of Experimental Agriculture** 2(2): 247-255.

International Atomic EnerKrad Agency. 1977. **Manual on mutation breeding**. Technical report series n. 119. Second edition. Joint FAOIAEA division of atomic enerKrad in food and agriculture, International Atomic EnerKrad Agency, Vienna.

Ibrahim, S.E. 2013. Mutation induced genetic variability in Rice (*Oryza sativa* L.).**Crop Science.** 5(23): 2789–2794.

Nuclear Institute for Agriculture and BioloKrad. 2003. Radiosensitivity studies in basmati rice. **Pakistan Journal of Botany** 35(2): 197-207.

การใช้จมูกอิเล็กทรอนิกส์ประเมินความหอมในข้าว

Assessment of Aromatic Rice by Using Electronic Nose

นฤพนธ์ น้อยประสาร[1*] ธานี ศรีวงศ์ชัย[1] และ ประภา ศรีพิจิตต์[1]

Naruephon Noiprasan[1*], Tanee Sreewongchai[1] and Prapa Sripichit[1]

บทคัดย่อ

กลิ่นหอมในข้าวเป็นลักษณะสำคัญประการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้ข้าว การประเมินกลิ่นหอมในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ จึงมีความสำคัญยิ่งต่องานวิจัยข้าว เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์เป็นการจำลองระบบรับกลิ่นเพื่อเลียนแบบจมูกมนุษย์ สามารถแสดงผลออกมาเป็น “flavor fingerprint” ซึ่งเครื่องจะจดจำรูปแบบของกลิ่นและวิเคราะห์ว่าเหมือนหรือต่างกัน การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และจำแนกข้าวที่มีกลิ่นหอมและไม่มีกลิ่นหอมจำนวน 10 พันธุ์ด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ จากการทดลองสามารถแยกข้าวที่มีกลิ่นหอมและไม่มีกลิ่นหอมได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกความหอมของข้าวได้เป็น 2 กลุ่มคือกลิ่นหอมเหมือนข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และกลิ่นหอมเหมือนข้าวพันธุ์ลืมผัว

ABSTRACT

Aromatic trait in rice is an important trait for value added criteria. The assessment of fragrant rice varieties are crucial for rice research. Electronic nose is olfactory system simulation to mimic the human nose. That can display output in “flavor fingerprint” because the electronic nose can memory patterns of aroma and analyze for the same or different aroma. This experiment aimed to analyze and classify fragrant rice and non-fragrant rice for 10 varieties by using electronic nose. The experiments can clearly identity the rice varieties for fragrant aromatic and non-fragrant groups.In addition, aromatic trait could be discriminated into 2 groups, i.e., aromatic like Khao Dawk Mali 105 and Leum Pua rice varieties.

Key Words: rice, aroma, aroma assessment, electronic nose

* Corresponding author; e-mail address: noiprasan.nook@gmail.com

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

กลิ่นหอมในข้าวเป็นลักษณะสำคัญประการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้ข้าว กลิ่นหอมของข้าวทำให้ข้าวน่ารับประทาน ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั่วโลก ข้าวที่มีกลิ่นหอมซึ่งเป็นที่รู้จักแพร่หลายได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ของไทย และข้าวบาสมาติ (Basmati) ของอินเดียและปากีสถาน ซึ่งถือได้ว่าเป็นข้าวหอมที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากที่สุด (Sakthivel *et al*., 2009) นอกจากข้าวหอมเหล่านี้แล้ว ยังมีข้าวหอมอีกหลายพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก เช่น ข้าวพันธุ์ Malagkit, Sungsong และ Milagrosa ของประเทศฟิลิปปินส์ พันธุ์ Seratus Malam ของประเทศอินโดนีเซีย พันธุ์ Goolarah ของประเทศออสเตรเลีย พันธุ์ Hieri ของประเทศญี่ปุ่น และพันธุ์ Della และ Dellmont ของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น (วาสนา, 2538; Sakthivel *et al*., 2009) สำหรับประเทศไทย มีพันธุ์ข้าวหอมที่นิยมปลูกอีกหลายพันธุ์ เช่น ปทุมธานี 1 กข33 กข6 และหอมชลสิทธิ์ เป็นต้น

กลิ่นหอมของข้าวเกิดจากการผสมผสานของสารหอมระเหยหลายชนิด แต่กลิ่นหอมหลักในข้าวเกิดจากสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งเป็นสารที่พบมากในพืชตระกูลใบเตย (*Pandonus Amaryllifolins* Rokb) (วาสนา, 2538) ปริมาณ 2AP ถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานในการกำหนดการซื้อขายข้าวหอม ตัวอย่างเช่น ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ต้องมีปริมาณสาร 2AP ในปริมาณ 0.1 ไมโครกรัมต่อกรัมขึ้นไป (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2550) การประเมินกลิ่นหอมในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ จึงมีความสำคัญยิ่งต่อการรวบรวมและจำแนกพันธุ์ข้าวที่มีกลิ่นหอมเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว วิธีการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวหอม และการตรวจสอบการปลอมปนข้าวหอมมะลิ เช่น ชุดตรวจสอบการปลอมปนข้าวหอมมะลิ โดยตรวจสอบจากปริมาณอมิโลสที่แตกต่างกันระหว่างข้าวหอมมะลิกับข้าวหอมมะลิปลอมปน (จรรยา และ คงศักดิ์, 2555) แต่ยังมีข้อจำกัดในกรณีที่พันธุ์ปนมีปริมาณอมิโลสใกล้เคียงกับข้าวหอมมะลิ

การวิเคราะห์ความหอมด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose) เป็นการจำลองระบบรับกลิ่นเพื่อเลียนแบบจมูกมนุษย์ ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกในปี 2525 โดย Persaud และ Dodd มหาวิทยาลัย Warwick ประเทศอังกฤษ (Presaud and Dodd,1988) โดยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ใช้หลักการวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยใช้หลักการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านเซ็นเซอร์ที่มีความจำเพาะต่อสารประกอบแต่ละชนิด สามารถวัดผลออกมาเป็น “flavor fingerprint” ซึ่งเครื่องจะจดจำรูปแบบของกลิ่นและวิเคราะห์ว่าเหมือนหรือแตกต่าง แต่ไม่สามารถระบุองค์ประกอบของกลิ่นได้ สามารถวิเคราะห์ได้ในระยะเวลาสั้น จมูกอิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลายด้าน เช่น ใช้ควบคุมหรือตรวจสอบคุณภาพอาหาร การเสื่อมคุณภาพหรือการปนเปื้อน หรือความเสียหายระหว่างกระบวนการผลิต (Rock *et al*., 2008) ปัจจุบันได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านการเกษตรมากขึ้น โดยปัญญาณัฐ (2550) ใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ในการประเมินค่าดัชนีการปนเปื้อนในข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเจ้าหอมปทุม ในขณะที่ Zheng *et al*. (2009) ได้จำแนกตัวอย่างพันธุ์ข้าวโดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหอมด้วยจมูกอิเล็กทรอนิกส์ในข้าวพันธุ์ที่นิยมปลูกในเขตนาชลประทานของประเทศไทย เปรียบเทียบกับพันธุ์ข้าวหอมพื้นเมือง ข้าวหอมมะลิ และข้าวหอมจากต่างประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ข้าวและการเตรียมเมล็ดพันธุ์สำหรับทดสอบกลิ่น

ใช้ข้าวทั้งหมด 10 พันธุ์คือ ขาวดอกมะลิ 105 หอมพะยอม กข15 กข31 กข47 ลืมผัว Taro สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 90 และชัยนาท 1 โดยใช้ข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวแล้วไม่เกิน 6 เดือน อุณหภูมิในการเก็บรักษา -20 องศาเซลเซียส นำมากะเทาะเป็นข้าวกล้อง 3 ซ้ำ ซ้ำละ 30 กรัม โดยแยกสิ่งเจือปนอื่นออก จากนั้นใส่ตัวอย่างข้าวลงในขวดดูแรนน์ขนาด 100 มิลลิลิตร

การตรวจและวิเคราะห์กลิ่นด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์

นำขวดดูแรนน์ที่ใส่ตัวอย่างแล้วใส่ในช่องรับกลิ่นของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ตั้งค่าการดูดอากาศเปรียบเทียบ (reference air) 2 นาที และค่าดูดอากาศในขวดตัวอย่างทดสอบ 1 นาที มีรอบการทำงาน 5 รอบ กำหนดความแรงปั้ม 50% แล้วกด run เครื่องจะเริ่มทำงานโดยปั้มลมเข้าไปยังเซนเซอร์เพื่อกำจัดกลิ่นที่มีอยู่ในระบบออกไปก่อน จากนั้นปั้มลมจะดูดอากาศจากขวดตัวอย่างเข้าสู่ระบบ กลิ่นจะถูกดูดจากขวดที่บรรจุตัวอย่างไปยังเซนเซอร์รับกลิ่นทั้ง 8 ตัว (Table 1) โดยใช้หลักการการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านอนุภาคของกลิ่นในการวิเคราะห์ความจำเพาะของกลิ่นแต่ละชนิด โดยจะทำงานทั้งหมด 5 รอบ เมื่อเสร็จสิ้นโปรแกรมจะบันทึกผลข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูป .text เมื่อตรวจวัดกลิ่นเสร็จสิ้นทั้ง 10 ตัวอย่างแล้ว เลือกเมนู Analysis ที่หน้าต่าง control center จากนั้นเลือก PCA เลือกไฟล์ผลการวิเคราะห์ของทั้ง 10 ตัวอย่าง แล้วเลือกค่า offset ของข้อมูลโดยตั้งค่าเท่ากับ 1 เสร็จแล้วกด start โปรแกรมจะวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกลุ่มด้วยวิธี Principle Component Analysis (PCA) โดยเปรียบเทียบความเหมือนหรือต่างของกลิ่นในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ

Table 1 Sensors used and their main applications

No.	Sensor	Target Gas
1	TGS 821	Hydrogen
2	TGS 2444	Ammonia (low concentration)
3	TGS 823	Organic Solvent Vapor
4	TGS 2600	Air Contaminant 1
5	TGS 2602	Air Contaminant 2
6	TGS 2610	LP Gas
7	TGS 826	Ammonia (High Concentration)
8	TGS 2620	Solvent Vapor



a

b

Figure 1 Aroma testing in rice grain (a) an electronic nose (b) rice sample

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทำงานของเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ประมวลผลจากการตรวจจับสารระเหยจากตัวอย่างโดยเซนเซอร์ทั้ง 8 ตัว พบว่าเซนเซอร์ที่ตอบสนองต่อสารระเหยจากข้าวกล้องมากที่สุดคือ เซนเซอร์ที่ 5 รองลงมาคือเซนเซอร์ที่ 3 โดยเซนเซอร์ที่ 5 มีความจำเพาะกับสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปนเปื้อนในอากาศ และเซนเซอร์ที่ 3 มีความจำเพาะกับสารระเหยจากสารละลายอินทรีย์ เซนเซอร์ที่ 2 4 7 และ 8 ตอบสนองปานกลาง โดยเซนเซอร์ที่ 2 จำเพาะกับสารระเหยกลุ่มแอมโมเนียที่ความเข้มข้นต่ำ เซนเซอร์ที่ 4 จำเพาะกับสารกลุ่มก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และมีเทน เซนเซอร์ที่ 7 จำเพาะกับแอมโมเนียที่ความเข้มข้นสูง เซนเซอร์ที่ 8 จำเพาะกับสารระเหยกลุ่มแอลกอฮอล์ ส่วนเซนเซอร์ที่ 1 และ 6 ตอบสนองต่อสารระเหยจากข้าวกล้องน้อยที่สุด โดยมีความจำเพาะกับก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซไฮโดรคาร์บอน ตามลำดับ (Figure 2) จากการที่เซนเซอร์ที่ 3 และ 5 ตอบสนองต่อกลิ่นหอมของข้าวได้ดีที่สุด แสดงให้เห็นว่าสารหอมระเหยในข้าวจัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายเช่นเดียวกับการตรวจสอบด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC) (วาสนา, 2538) จากกราฟแสดงให้เห็นถึงความคล้ายคลึงกันของข้าวพันธุ์ขาวดอก

มะลิ 105 (Figure 2 b) กับข้าวพันธุ์ลืมผัว (Figure 2 c) เมื่อเทียบกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (Figure 2 a) ซึ่งเป็นข้าวที่ไม่หอม จากการทดลองดมกลิ่นข้าวกล้องทั้ง 10 พันธุ์ ด้วยจมูกอิเล็กทรอนิกส์ กราฟข้อมูล PCA ใน Figure 3 มีความสำคัญบนแกน PC1 ร้อยละ 97.6 บนแกน PC2 เท่ากับ ร้อยละ 1.1 เมื่อพิจารณาในแกน PC1 เป็นหลัก พบว่าสามารถแยกข้าวที่มีกลิ่นหอมกับข้าวที่ไม่มีกลิ่นหอมได้อย่างชัดเจน ข้าวที่มีกลิ่นหอม ได้แก่ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข15 หอมพะยอม ลืมผัว และ Taro และข้าวที่ไม่มีกลิ่นหอม ได้แก่ ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 90 ชัยนาท 1 กข31 และ กข47 เมื่อพิจารณาความใกล้เคียงกันของกลิ่นพบว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข15 มีกลิ่นหอมคล้ายคลึงกันมาก และข้าวพันธุ์ลืมผัวมีกลิ่นที่คล้ายกับพันธุ์ Taro ซึ่งเป็นข้าวจากประเทศไต้หวันที่มีกลิ่นหอมคล้ายเผือก ส่วนข้าวหอมพะยอมนั้นมีค่าอยู่กึ่งกลางระหว่างข้าวหอมทั้ง 2 กลุ่ม

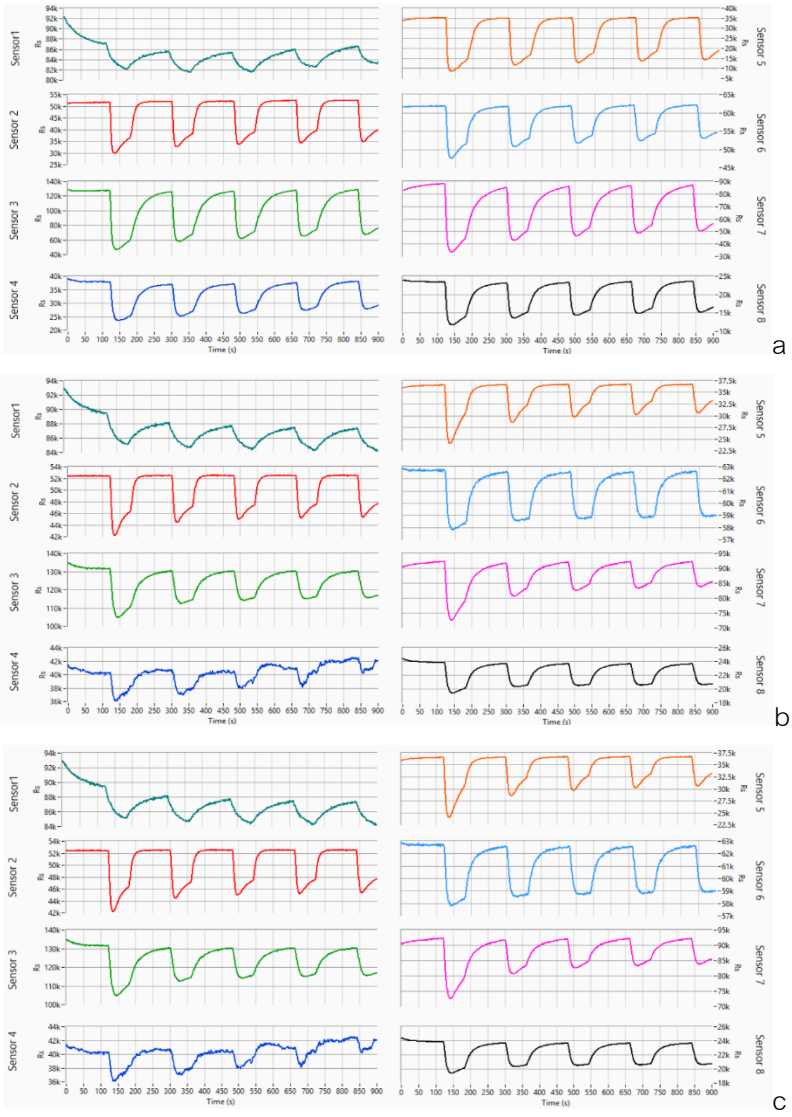


Figure 2 Sensing response of aroma in rice varieties (a) Chai Nat 1 (CNT 1) (b) Khao Dawk Mali 105 (KDML105) (c) Luem Pua (LP)

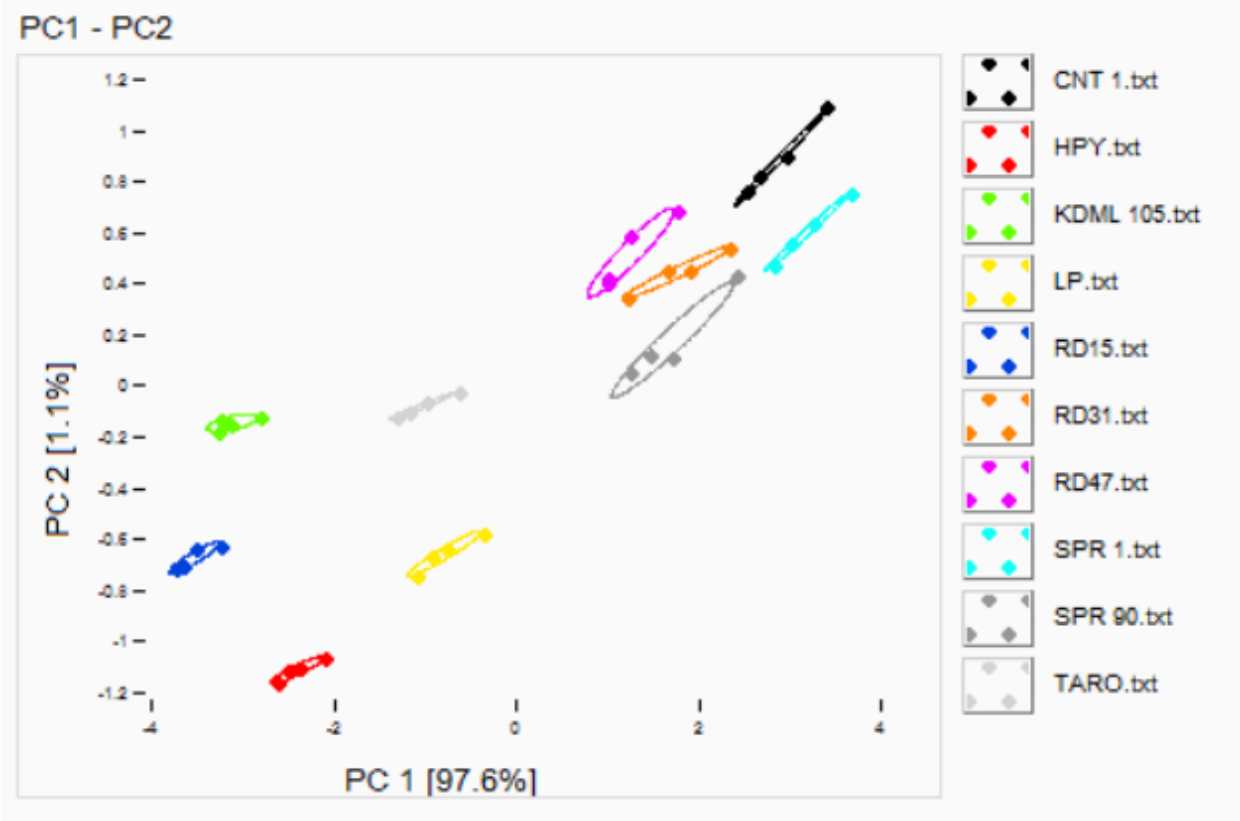


Figure 3 Principle component analysis (PCA) of rice varieties Suphanburi 1 (SPR 1), Suphanburi 90 (SPR 90), Chai Nat 1 (CNT 1), Khao Dawk Mali 105 (KDML105), Hompayom (HPY), RD15, RD31, RD47, Luem Pua (LP) and Taro.

สรุป

จมูกอิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว และไม่ทำลายตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ สามารถใช้แยกข้าวที่มีกลิ่นหอมและไม่มีกลิ่นหอมได้อย่างชัดเจน โดยข้าวที่มีกลิ่นหอม ได้แก่ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข15 หอมพะยอม ลืมผัว และ Taro และข้าวที่ไม่มีกลิ่นหอม ได้แก่ ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 90 ชัยนาท 1 กข31 และ กข47 เมื่อพิจารณาความใกล้เคียงกันของกลิ่นพบว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข15 มีกลิ่นหอมคล้ายคลึงกันมาก และข้าวพันธุ์ลืมผัวมีกลิ่นที่คล้ายกับพันธุ์ Taro ซึ่งเป็นข้าวจากประเทศไต้หวันที่มีกลิ่นหอมคล้ายเผือก ส่วนข้าวหอมพะยอมนั้นมีค่าอยู่กึ่งกลางระหว่างข้าวหอมทั้ง 2 กลุ่ม อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์นั้น ไม่สามารถบอกชนิดของสารที่เป็นองค์ประกอบของกลิ่น เช่น 2AP ได้ จึงต้องนำตัวอย่างข้าวไปสกัดและวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี เพื่อทราบชนิดและปริมาณของสารหอมต่าง ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2550. **การขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้** ทะเบียนเลขที่ สช 50100022. กรมทรัพย์สินทางปัญญา. วันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2550.

จรรยา แสงเขียว และ คงศักดิ์ ศรีแก้ว. 2555. ชุดตรวจสอบการปลอมปนข้าวหอมมะลิ, น. 468-474 *ใน* **รายงานประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่** 9. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ปัญญาณัฐ มาศิริ. 2550. การประเมินค่าดัชนีการปลอมปนในข้าวขาวดอกมะลิ (105) และข้าวปทุมธานี 1. คณะเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วาสนา วรมิศร์. 2538. **การปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมของไทย**. ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Persaud, K. and G.H. Dodd. 1982. **Analysis of discrimination mechanisms in the mammalian olfactory system using a model nose**. Nature 299:352-355.

Rock, F., N. barsan and U. Weimar. 2008. **Electronic nose: Current status and future trends**. Chemical review 108: 705-725.

Sakthivel K., R.M. Sundaram, N.S. Rani, S.M. Balachandran and Neeraja C.N. 2009. Genetic and molecular basis of fragrance in rice. **Biotechnology Advances** 27: 468–473.

Zheng, X.Z., Y.B. Lan, J.M. Zhu, J. Westbrook, W.C. Hoffmann and R.E. Lacey. 2009. Rapid identification of rice samples using an electronic nose. **Journal of Bionic Engineering** 6: 290-297.

การแสดงออกของยีน *BADH* ในอ้อยป่าและอ้อยการค้าภายใต้สภาพเลียนแบบดินเค็มโซดิก

Expression of *BADH* Gene in Wild and Commercial Sugarcane under Mimic Saline Sodic Soil

ชนากานต์ ลักษณะ[1] และ สนธิชัย จันทร์เปรม[2]

Chanakan Laksana[1] and Sontichai Chanprame[2]

บทคัดย่อ

ดินเค็มโซดิกเป็นดินที่มีความเข้มข้นของเกลือและด่างที่มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะอ้อยซึ่งตามธรรมชาติจัดว่าเป็นพืชที่ไม่ทนเค็ม เมื่อปลูกอ้อยในพื้นที่ที่เป็นดินเค็มโซดิกอ้อยย่อมมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้โดยจะมีการแสดงออกของยีนหลายชนิด ยีน *Betaine Aldehyde Dehydrogenase* (*BADH*) เป็นยีนอีกชนิดที่จะมีการแสดงออกเมื่อพืชเจริญเติบโตในดินเค็มโซดิก โดยงานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการแสดงออกของยีน *BADH* ในอ้อยพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูก (KPS 94-13) ที่ได้รับสภาพเลียนแบบดินเค็มโซดิก โดยแช่ต้นอ้อยทั้งสองชนิดในสารละลาย 1/10 Hoagland ที่เติม NaCl 1% และปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เป็น 8 เป็นเวลา 0 12 24 48 และ 72 ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบการแสดงออกของยีนด้วยเทคนิค real-time PCR พบว่า การแสดงออกของยีน *BADH* ในรากของอ้อยพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกมีการแสดงออกของยีนสูงสุดที่12 และ 24 ชั่วโมง หลังได้รับสภาพเครียด ตามลำดับ ส่วนในใบของอ้อยพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกมีการแสดงออกของยีน *BADH* สูงสุดที่ 24 ชั่วโมง และพบว่าในรากมีการแสดงออกของยีนสูงกว่าในใบ

ABSTRACT

Saline-sodic soil is the soil containing high concentration of salts with high pH. It is harmful and affects to the plant growth. Sugarcane is naturally salt sensitive plant species which is affected by saline-sodic soil. When the plant is grown in such soil condition, *Betaine Aldehyde Dehydrogenase* (*BADH*) gene will be induced to express. The objective of this experiment was to examine the expression levels of *BADH* gene in wild and commercial sugarcane plants (KPS 94-13) subjected to mimic saline-sodic soil condition. The plants of wild and commercial sugarcane were subjected to 1/10 Hoagland nutrient solution containing 1% NaCl at pH 8 for 0, 12, 24, 48 and 72 hr. The expression of the gene was determined using real-time PCR. It was found that the expressions of *BADH* gene in root of wild and commercial sugarcane were highest at 12 and 24 hr after receiving stress condition, respectively. Expressions of the gene in leaves of both sugarcane species were highest at 24 hr. It was also found that the expressions of the gene in root were higher than those in leaves.

Key words: sugarcane, saline-sodic soil, gene expression, real-time PCR

*Corresponding Author; E-mail address : **chanakanl@buu.com**

[1] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว จ.สระแก้ว 27160

[1] Faculty of Agriculture Technology, Burapha University, Sakeao Campus, Sakeao 27160

[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University,Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

คำนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยสามารถนำอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล อุตสาหกรรมผลิตกระดาษ และอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ย เป็นต้น พื้นที่ปลูกอ้อยของไทยกระจายอยู่ในภาคต่าง ๆ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตอนล่างและภาคตะวันออกของประเทศไทย (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2559) ปัญหาประการหนึ่งในการปลูกอ้อยคือ อ้อยเป็นพืชที่ไม่ทนต่อดินเค็ม (Abdul *et al*., 1997) ซึ่งในบางพื้นที่ของภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน จะมีปัญหาดินเค็มและดินโซดิกร่วมกัน เรียกว่าดินเค็มโซดิก ทำให้เกิดปัญหาอ้อยให้ผลผลิตและคุณภาพลดลงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น (Cha-um *et al*., 2009) ดินเค็มโซดิกเป็นดินที่มีเกลือละลายน้ำได้สูงโดยเฉพาะเกลือโซเดียม และมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินต่ำกว่าหรือเท่ากับ 8.5 (Hinrich *et al*., 2001) ดินเค็มโซดิกจึงส่งผลกระทบต่ออ้อยคือ ทำให้อ้อยมีอาการโซเดียมเป็นพิษและมีอาการของคลอรีนเป็นพิษเช่นเดียวกัน บริเวณยอดอ้อย ขอบใบอ้อย เป็นแผลแห้งเกรียม ส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์และพื้นที่ในการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง และส่งผลกระทบต่อเนื่องให้อ้อยที่ปลูกในบริเวณที่มีปัญหาดินเค็มโซดิกมีผลผลิตและคุณภาพลดลง (Fu *et al*., 2008) ยีน *Betaine Aldehyde Dehydrogenase* (*BADH*) เป็นยีนที่มีการแสดงออกในพืชที่ได้รับความเค็ม โดยยีน *BADH* เกี่ยวข้องกับกระบวนการการสังเคราะห์ไกลซีนเบตาอีน (glycine betaine) ซึ่งเป็นสารหนึ่งในกลุ่มของ osmoprotectant โดยมีสารตั้งต้นคือ โคลรีน (choline) สาร glycine betaine เป็นสารประกอบแอมโมเนียม จะมีการตอบสนองเมื่อได้รับความเครียดจากความแล้ง ความเค็ม โดยทำหน้าที่ปกป้องพืชโดยการเปลี่ยนแปลงสารประกอบออสโมไลต์ ซึ่งจะไปช่วยรักษาสมดุลของน้ำระหว่างเซลล์พืชกับสภาพแวดล้อมภายนอก เพื่อรักษาเสถียรภาพของเซลล์ (Fitzgerald *et al*., 2008) ดังนั้นอาจใช้การแสดงออกของยีน *BADH* เป็นดัชนีชี้วัดความสามารถในการทนทานต่อดินเค็มโซดิกของอ้อยได้ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบระดับการแสดงออกของยีน *BADH* เมื่ออ้อยพันธุ์ปลูกและอ้อยป่าได้รับสภาพเลียนแบบดินเค็มโซดิก ซึ่งจะทำให้เข้าใจกลไกการตอบสนองของอ้อยที่มีต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าวได้ดีขึ้น และอาจนำไปใช้ในการค้นหาพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมกับการปลูกในพื้นที่ที่มีปัญหาดินเค็มโซดิกได้ในที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การหาบางส่วนของยีน *BADH* ในอ้อย

เตรียมต้นกล้าอ้อย นำท่อนพันธุ์อ้อยพันธุ์ป่า(*Saccharum spontaneum* L.) และ พันธุ์ปลูก (*S. officinarum* L.) ซึ่งพันธุ์ปลูกคือพันธุ์กำแพงแสน 94-13 (KPS 94-13) มาตัดให้เป็นท่อนยาวประมาณ 5 เซนติเมตร โดยแต่ละท่อนมีตาเพียง 1 ตาเท่านั้น จากนั้นนำมาเพาะให้งอกเป็นต้นกล้าในวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยขี้เถ้าแกลบผสมกับทรายในอัตราส่วน 1:1 เพาะลงในถุงดำที่ใช้สำหรับปลูกพืช ดูแลให้น้ำและปุ๋ยตามความเหมาะสมให้อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ดี จนกระทั่งอ้อยอายุประมาณ 2 เดือน

สกัด total RNAจากใบและรากอ้อย นำใบอ่อนและรากอ่อนจากต้นอ้อยพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกมาสกัด total RNA ตามวิธีของ Laksana and Chanprame (2015) และนำ total RNA ที่สกัดได้มาตรวจสอบคุณภาพ

และความเข้มข้นโดยการทำเจลอีเล็กโทรโฟรีซีสด้วย 1.5% denaturing formaldehyde agarose gel ใน 0.5X MOPs buffer ที่ความต่างศักย์ 100 โวลต์ เป็นเวลา 30 นาที และ การกำจัด genomic DNA ออกจากตัวอย่าง total RNA ด้วยเอนไซม์ DNase I

สังเคราะห์ first-strand cDNA จาก total RNA นำ total RNA ปริมาตร 5 µl (1 µg/µl) ผสมกับ 100 µM oligo $(dT)_{20}$ ปริมาตร 1 µl 10mM dNTP mix ปริมาตร 1 µl แล้วปรับปริมาตรด้วย DEPC-dH_2O จนครบปริมาตร 12.5 µl ในหลอดทดลองขนาด 0.5 ml แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 5 นาที และบ่มต่อที่ 4 °C เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเติม 5Xreaction buffer ปริมาตร 4 µl RiboLock RNase inhibitor (Fermentas) ปริมาตร 1 µl 10mM dNTP mix ปริมาตร 2 µl Revert Aid M-MuLVRT (Fermentas) ปริมาตร 1 µl แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงและบ่มต่อที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 10 นาที และนำไปแช่ในน้ำแข็ง

สังเคราะห์ DNA คู่สมจาก first-strand cDNA ด้วยปฏิกิริยา polymerase chain reaction (PCR) โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะ ปฏิกิริยา PCR ประกอบด้วย first-strand cDNA ปริมาตร 2 µl 1mM dNTP ปริมาตร 1 µl *Taq* polymerase 0.2 µl (5 ยูนิต/µl) 10Xreaction buffer ปริมาตร 2 µl 25 mM $MgCl_2$ ปริมาตร 4 µl 5mM forward และ reverse ของไพรเมอร์สำหรับยีน *Actin* และยีน *BADH* (Table 1) ปริมาตร 0.5 µl โดยใช้โปรแกรมในการทำปฏิกิริยา ดังนี้ preliminary denaturation ที่อุณหภูมิ 95 °C เป็นเวลา 3 นาที denaturing ที่อุณหภูมิ 94 °C เป็นเวลา 1 นาที annealing ที่อุณหภูมิ 58 °C เป็นเวลา 1 นาที extension ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 1 นาที ทำซ้ำโปรแกรม denaturing ถึง extension จำนวน 30 รอบ แล้วตามด้วย final extension ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นตรวจสอบการเพิ่มปริมาณด้วยการทำอีเล็กโทรโพรีซีสใน 0.8% อะกาโรส ใน 0.5X TBE buffer ที่ความต่างศักย์ 100 โวลต์เป็นเวลา 40 นาที

Table 1 Degenerate primers for amplification of *Actin* and *BADH*

Genes	primers
Actin	Forward : 5'CATGCCATCCTTCGATTGG 3' Reverse : 5'CACATCTGCTGGAAGGTGC 3'
BADH	Forward: 5'- ATGGGACATGGAYGATGT -3' Reverse: 5'- TTTTKCCACCAAGTTCCA -3'

ทำผลผลิตของปฏิกิริยา PCR ให้บริสุทธิ์ (purification of PCR product) โดยตัดชิ้นส่วนเจลที่มีแถบ DNA ที่ได้จากการทำปฏิกิริยา PCR บน 0.8% อะกาโรสมาทำให้บริสุทธิ์โดยปฏิบัติตามคำแนะนำ และวิธีใช้ของชุด Wizard® SV Gel and PCR Clean Up System (Promega, USA)

วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์และตรวจสอบความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์กับฐานข้อมูล ส่ง DNA คู่สมผลผลิตจากปฏิกิริยา PCR ที่ทำให้บริสุทธิ์ไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ 1st BASE (First BASE Laboratories, Selangor DarulEhsan, Malaysia) แล้วนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่วิเคราะห์ได้มาเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *BADH* และ *Actin* ที่มีการรายงานในฐานข้อมูลสากล ด้วยโปรแกรม BLAST จากเว็บไซต์ http://blast.ncbi.nih.gov/Blast.cgi

การทดลองที่ 2 การตรวจสอบการแสดงออกของยีน *BADH* ของอ้อยที่ได้รับสภาพเลียนแบบดินเค็มโซดิกเป็นระยะเวลาต่าง ๆ

เตรียมกล้าอ้อยปฏิบัติเช่นเดียวกับการเตรียมต้นกล้าอ้อยในการทดลองที่ 1 จนกระทั่งอ้อยอายุประมาณ 2 เดือน ปรับสภาพต้นอ้อยก่อนการทดลองโดยการย้ายต้นอ้อยมาเลี้ยงในแบบ hydroponic ที่ใช้สารละลายธาตุอาหาร 1/10 Hoagland นาน 7 วัน จากนั้นเริ่มทำการทดลองโดยย้ายต้นอ้อยลงเลี้ยงในสารละลายธาตุอาหารสูตรเดิมที่เพิ่ม NaCl 1% (pH ของสารละลาย 8.0) เป็นเวลา 0 12 24 48 และ 72 ชั่วโมง

สกัด total RNA จากใบและรากอ้อย และการสังเคราะห์ first-strand cDNA นำใบและรากอ้อยจากต้นอ้อยจากข้อ 2.1 มาสกัด total RNA และสังเคราะห์ first-strand cDNA ตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ออกแบบไพรเมอร์ที่จำเพาะกับยีน *Actin* และยีน *BADH* สำหรับทำ real-time PCR การออกแบบไพรเมอร์ที่จำเพาะกับยีน *Actin* ยีน และ *BADH* สำหรับทำ real-time PCR โดยใช้ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์จากการทดลองที่ 1.6 มาออกแบบไพรเมอร์โดยใช้โปรแกรม primer3 (http://simgene.com/Primer3).

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ที่จำเพาะกับยีน *Actin* สำหรับการทำ real-time PCR คือ Forward 5'-GAGAGGGGTTACTCCTTC-3' และ Reverse 5'-CTCTTTTCAACTGAGGAGCT-3'

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ที่จำเพาะกับยีน *BADH* สำหรับการทำ real-time PCR คือ Forward 5'-TCCGAATTGGCTTCTGTGACT-3' และ Reverse 5'-CTTGTCAACATCTGGGTGCG-3'

ตรวจระดับการแสดงออกของยีน *BADH* โดยใช้เทคนิค real-time PCR เทียบกับระดับการแสดงออกของยีน *Actin* ปฏิกิริยาประกอบด้วย first-strand cDNA ปริมาตร 1 µl (300 ng/µl) 2xSensiFAST SYBR No-ROX Mix (Bioline) ปริมาตร 5 µl 10µM forward และ reverse *Actin* primer หรือ หรือ forward และ reverse *BADH* primer อย่างละ 0.4 µl แล้วนำตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์ระดับการแสดงออกของยีน *BADH* แบบ real-time PCR ด้วยเครื่อง Mastercycler® ep realplex4 (Eppendorf)

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การหาบางส่วนของยีน *BADH* ในอ้อย

ในการสกัด total RNA จากรากและใบอ่อนของอ้อยทั้งพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูก (KPS 94-13) ที่ได้รับสภาพเลียนแบบดินเค็มโซดิกเป็นเวลาต่าง ๆ คือ 0 12 24 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของ total RNA ที่ได้มีความเข้มข้นประมาณ 2,000 – 3,000 ng/µl และเมื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพ พบว่า total RNA ที่แยกมาได้มีคุณภาพดี (Figure 1) มีความบริสุทธิ์สูง โดยมีค่า A260/280 และ A260/230 อยู่ในช่วง 1.8-2.0

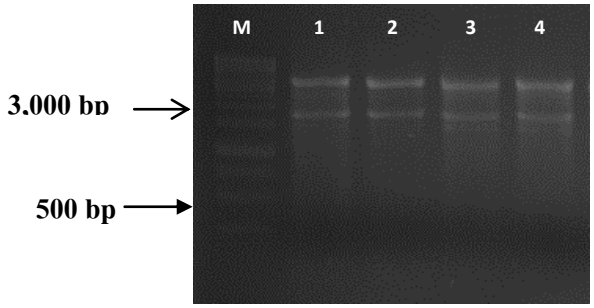


Figure 1 Total RNA from leaves and root in wild and commercial sugarcane(KPS 94-13) M: 1 kb DNA ladder (Fermentas), 1-2: total RNA derived from leaves and root of wild sugarcane, 3-4: total RNA derived from leaves and root of commercial sugarcane

การสังเคราะห์ DNA คู่สมจาก first-strand cDNA ด้วยปฏิกิริยา PCR โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะกับยีน *BADH* และ *Actin*

จากการสังเคราะห์ DNA คู่สมจาก first-strand cDNA ที่ได้จาก mRNA ของใบอ่อนและรากของอ้อยพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกที่ได้รับสภาพเลียนแบบดินเค็มโซดิกเป็นเวลา 0 12 24 48 และ 72 ชั่วโมง โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะกับยีน *BADH* และยีน *Actin* ด้วยเทคนิค PCR และวิเคราะห์ขนาด DNA ด้วยการทำอีเล็กโทรโฟรีซีสใน 0.8% อะกาโรส พบว่า ตัวอย่างที่สังเคราะห์ DNA คู่สมด้วยไพรเมอร์ของยีน *BADH* เกิดแถบ DNA ขนาดประมาณ 450 คู่เบส และไพรเมอร์ของยีน *Actin* เกิดแถบ DNA ขนาดประมาณ 550 คู่เบส (Figure 2)

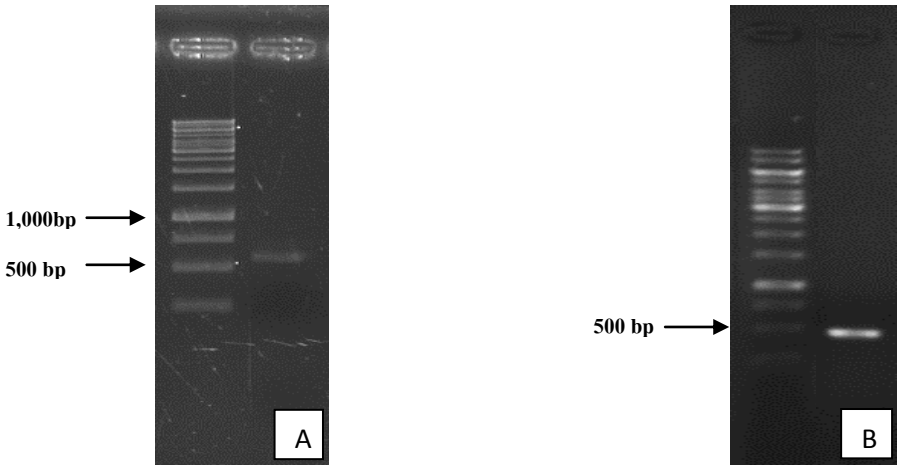


Figure 2 Amplification of partial *Actin* (A) gene and *BADH* (B) from commercial sugarcane Lane 1: 1 kb marker; Lane 2: PCR product of *Actin* (A) and *BADH* (B) gene

การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

จากการทำให้ผลผลิตของปฏิกิริยา PCR ที่เกิดจากไพรเมอร์ที่เป็น degenerated primer ของยีน *BADH* และไพรเมอร์ที่จำเพาะกับยีน *Actin* ให้บริสุทธิ์ และนำไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ พบว่า

ชิ้นส่วน DNA คู่สมที่เกิดจากไพรเมอร์ของยีน *BADH* และ *Actin* มีขนาด 459 และ 550 คู่เบส ตามลำดับ DNA คู่สมที่เกิดจากไพรเมอร์ของยีน *BADH* ในอ้อยปลูกและอ้อยป่า มีลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนกัน ดังนี้

5'GGATTGTTGTTGCGGACATGCAGAGCCTTGGACAAAGGCAAAACTCACCAGTTTCTCTTC
CAATGGAAACTTTTAAATGCCATCTCCGAAGAGAGCCTATTGGGGTAGTTGGGCTGATAACTCCTTG
GAACTATCCTCTCCTGATGGCTACATGGAAGGTAGCCCCTGCTCTGGCTGCTGGTTGTACTGCTGT
GCTAAAGCCATCCGAATTGGCTTCTGTGACTTGCTTAGAGCTTGCTGATATCTGTAAAGAAGTCGGT
CTTCCTTCTGGTGTCTTCAACATTGTGACAGGATTAGGTCCTGATGCTGGTGCTCCTTTGTCAGCGCA
CCCAGATGTTGACAAGGTCGCTTTTACTGGGAGTTTTGAAACTGGTAAGAAGATTATGGCAGCTGCA
GCTCCTATGGTCAAGCCTGTTACGCTGGAACTTGGTGGAAAACAACAACCAGGTCCCATAC3'

การทดลองที่ 2 การตรวจสอบการแสดงออกของยีน *BADH* ของอ้อยที่ได้รับสภาพเลียนแบบดินเค็มโซดิกเป็นระยะเวลาต่าง ๆ

จากการตรวจสอบระดับการแสดงออกของยีน *BADH* โดยใช้เทคนิค real-time PCR เทียบกับกับระดับการแสดงออกของยีน *Actin* พบว่า ระดับการแสดงออกของยีน *BADH* ในรากของอ้อยพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูก มีค่าการแสดงออกสูงสุดที่ 12 และ 24 ชั่วโมง คือ 3.41 และ 8.35 เท่า ตามลำดับ (Figure 3A) ระดับการแสดงออกของยีน *BADH* ในใบของอ้อยพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูก มีค่าการแสดงออกสูงสุดที่ 24 ชั่วโมง หลังได้รับสภาพเครียดเป็น 1.65 และ 0.83 เท่า ตามลำดับ (Figure 3B)

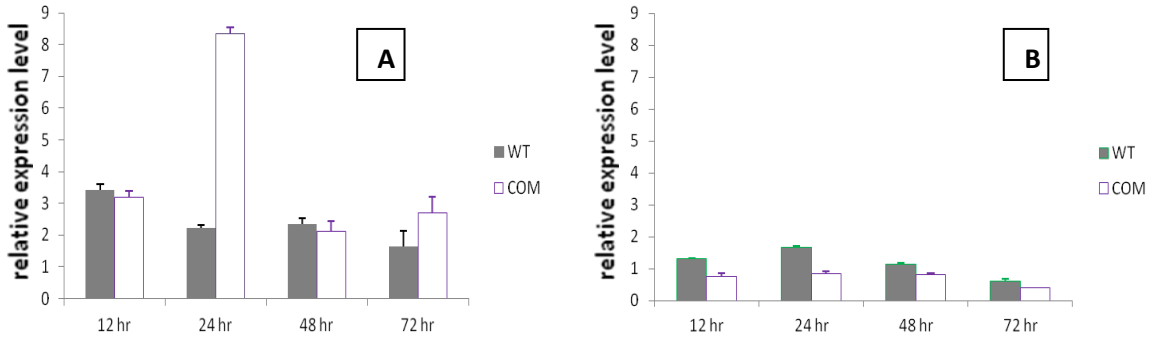


Figure 3 The transcription level of *BADH* in root (A) and leaves (B) of wild and commercial sugarcane under Mimic Saline-sodic soil

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการแสดงออกของยีน *BADH* ในอ้อยพันธุ์ป่าและอ้อยพันธุ์ปลูก (KPS 94-13) โดยใช้เทคนิค rael-time PCR เมื่อเทียบกับยีน *Actin* ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อยีน *BADH* พบว่า มีการกระตุ้นการแสดงออกของยีน *BADH* ในอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ เช่นเดียวกับพืชอีกหลายชนิดที่พบว่าเมื่ออยู่ในสภาพเค็มจะมีการแสดงออกของยีนนี้ เช่น ข้าว spinach และชูกาบีท (Hibino *et al.*, 2010) จากกราฟจะพบว่าการแสดงออกของยีน *BADH* ในรากของอ้อยพันธุ์ปลูกมีแนวโน้มที่จะมีการแสดงออกมากกว่าในอ้อยพันธุ์ป่า ทั้งนี้เนื่องจากอ้อยพันธุ์ KPS 94-

13 มีลักษณะทนแล้งได้ดี ซึ่งมีรายงานในพืชหลายชนิดที่ทนต่อความแล้งหรือความเค็มจะมีการแสดงออกของยีน *BADH* สูงเช่น ข้าวฟ่าง (Wood *et al*., 1996) ข้าว (Nakamura *et al*., 1997) หญ้า *Zoysia tenuifolia* (Oishi and Ebina, 2005) ถึงแม้ว่าการแสดงออกของยีนนี้ที่ใบของอ้อยพันธุ์ป่าจะสูงกว่าอ้อยพันธุ์ปลูก แต่ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก อาจเป็นไปได้ว่า อ้อยพันธุ์ป่ามีความสามารถในการปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่า มีความแข็งแรงกว่าอันเป็นลักษณะของพืชพันธุ์ป่า ซึ่งการตอบสนองของพืชต่อความเครียดที่เกิดจากความแห้งแล้ง และอุณหภูมิที่สูง มีความคล้ายคลึงกับการตอบสนองต่อความเค็ม (Nakamura *et al*., 2001) พืชจึงใช้ยีนเดียวกันตอบสนองต่อทั้งความเค็มและแห้งแล้ง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการแสดงออกของยีน *BADH* ในรากและใบอ่อน พบว่าที่รากมีการแสดงออกมากกว่าที่ใบ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nakamura *et al*. (2001) ที่พบว่าในข้าวบาเล่ย์มีการสังเคราะห์เอนไซม์ BADH ขึ้น 2 ชนิด คือ BADH1 และ BADH2 โดย BADH1 จะทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณในไมโครบอดี (microbodies) ซึ่งมีหน้าที่ในกระบวนการเมทาบอลิซึม เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน ในขณะที่ BADH2 จะพบมากในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่คลอโรพลาสต์ (chloroplast) ซึ่งรูปแบบการแสดงออกของยีนทั้ง 2 ชนิด จะแตกต่างกันคือ *BADH1* มีการแสดงออกมากในรากมากกว่าใบเมื่อได้รับสภาพเครียดจากเกลือ และ ABA ในขณะที่ *BADH2* มีการแสดงออกสูงในใบเมื่อได้รับสภาพความแล้ง PEG ความเค็ม และ ABA จึงอาจเป็นไปได้ว่ายีน *BADH* ในอ้อยที่ศึกษาในครั้งนี้อาจเป็นชนิด *BADH1* ซึ่งต้องมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป เมื่ออ้อยได้รับสภาพเครียดจากความเค็มและมี pH สูง จะส่งผลกระทบต่อเมแทบบอลิซึมของพืชหลายอย่าง โดยจะมีคลอไรด์เข้าไปสะสมในแวคิวโอมากขึ้น (Wang *et al.,* 2011) จนส่งผลกระทบต่อกระบวนการเมแทบบอลิซึมของไนเทรตในกระบวนการการใช้ประโยชน์ ทำให้พืชนำไนเทรตไปสังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์มากขึ้น เช่น ไกลซีนเบตาอีน ซึ่งเป็นสารที่เกี่ยวข้องกับยีน *BADH* เมื่อยีนถูกกระตุ้นให้ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ยีนจะมีการตอบสนองโดยไปกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกทำให้ในช่วงแรกที่อ้อยได้รับสภาพที่ไม่เหมาะสมจะมีระดับการแสดงออกที่สูง และเมื่อเวลาผ่านไปอ้อยจะปรับตัวต่อสภาพที่ไม่เหมาะสมนั้น ๆ ได้จึงทำให้มีระดับการแสดงออกที่ค่อย ๆ ลดลงในระยะหลัง

สรุป

สภาพเลียนแบบดินเค็มโซดิกสามารถกระตุ้นให้ยีน *BADH* ในอ้อยพันธุ์ป่าและอ้อยพันธุ์ปลูกพันธุ์ KPS 94-13 แสดงออกได้ ซึ่งยีนนี้เป็นยีนที่ควบคุมการสร้างสารในกลุ่ม osmoprotectant เพื่อให้พืชปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมบางประการรวมทั้งสภาพดินเค็มโซดิก โดยการแสดงออกของยีน *BADH* ในรากของอ้อยมีการแสดงออกมากกว่ากว่าที่ใบ และการแสดงออกของยีน *BADH* ที่รากอ้อยพันธุ์ปลูกมีแนวโน้มการแสดงออกมากกว่าที่รากของอ้อยพันธุ์ป่า แต่การแสดงออกของยีนนี้ที่ใบของอ้อยพันธุ์ป่ามีแนวโน้มมากกว่าอ้อยพันธุ์ปลูก เมื่อตรวจสอบโดยวิธี real-time PCR

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทำวิจัย และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และ คุณ จิรพร เหลียวตระกูล ที่ช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2559. **รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2558/59**. แหล่งข้อมูล: http://www.ocsb.go.th/upload/OCSBActivity/fileupload/8071-2689.pdf

Abdul, W.L., A. Rao and E. Rasul. 1997. Identification of salt tolerance traits in sugarcane lines. **Field Crops Res**. 54: 9-17.

Cha-um, S., K. Supaibulwattana and C. Kirdmanee. 2009. Comparative effects of salt stress and extreme pH stress combined on glycine betaine accumulation, photosysnthetic and growth characters of two rice genotypes. **Rice Sci.**16: 274-182.

Fitzgerald, T.L., D.L.E. Waters and R.J. Henry. 2008. Betaine aldehyde dehydrogenase in plants. **Plant Biol.** 12: 549-587.

Fu, Y., Z.W. Liang, Z.C. Wang and C. Yang. 2008. Relationship between diurnal changes of net photosynthetic rate and influencing factors in rice under saline sodic stress. **Rice Sci.**15: 119-124

Hibino, T, Y-L. Meng, Y. Kawamistsu, N. Uehara, N. Matsuda, Y. Tanaka, I. Hiroshi, S. Baba, T. Takabe, K. Wada, T. Ishii, T. Takabe. 2010. Molecular cloning and functional characterization of two kinds of betaine accumulating mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. **Plant Mol Biol** 45:353–363.

Hinrich, L.B., B.L. McNeal and G.E.O. Cornor. 2001. **Soil Chemistry**. 3rd ed. John Wiley& Sons, Inc., New York.

Laksana, C. and S. Chanprame. 2015. A simple and rapid method for RNA extraction from young and mature leaf of oil palm (*Elaeis guineensis* jacq.). **J. ISSAAS**. 21(1): 96-106.

Nakamura, T., M. Nomura, H. Mori, A.T. Jagendorf, A. Ueda and T. Takabe. 2001. An isozyme of betaine aldehyde dehydrogenase in barley. **Plant Cell Physiol.** 42: 1088-1092.

Nakamura, T., S. Yokota, Y. Muramoto, K. Tsutsui, Y. Oguri , K. Fukui and T. Takabe. 1997. Expression of a betaine aldehyde dehydrogenase gene in rice, a glycinebetaine nonaccumulator, and possible localization of its protein in peroxisomes. **Plant J**. 11: 1115-1120.

Oishi, H. and M. Ebina. 2005. Isolation of cDNA and enzymatic properties of betaine aldehyde dehydrogenase from *Zoysia tenuifolia*. **Plant Physiol.** 162: 1077-1086.

Wang, Y., J. Huang, C.B. Gou, X. Dai, F. Chen and W. Wei. 2011. Cloning and characterization of a differentially expressed cDNA encoding myo-inositol-1-phosphate synthase involved in response to abiotic stress in *Jatropha curcas*. **Plant Cell Tiss. Organ Cult.** 106: 269-277.

Wood, A.J., H. Saneoka, D. Rhodes, R.J. Joly and P.B. Goldsbrough. 1996. Betaine aldehyde dehydrogenase in Sorghum. **Plant Physiol.** 110: 1301-1308.

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าในระยะเพิ่มผลผลิตที่ปลูกในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัด

Growth and Yield Comparison During Yield Increasing Stage of Commercial Oil Palm Varieties Grown in Acid Sulphate Soil Area

ธนพงษ์ ยอดยิ่งยง[1*] เยาวมาลย์ เขียวสอาด[1] ธานี ศรีวงศ์ชัย[1] เอ็จ สโรบล[1] และเฉลิมพล ภูมิไชย์[1]

Tanapong Yodyingyong[1*], Yaowamarn Keawsaard[1] Tanee Sreewongchai[1] Ed Sarobol[1] and Chalermpol Phumichai[1]

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าในช่วงอายุ 5 ปี เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมต่อการแสดงออกของปาล์มน้ำมันจากลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตในพื้นที่ภาคกลางที่มีสภาพดินเปรี้ยวจัด (ชุดดินรังสิต) ปลูกเปรียบเทียบในพื้นที่โครงการปาล์มน้ำมัน อ.วิหารแดง จ.สระบุรี (14° 20′ 47′′ N, 100° 59′ 22′′ E 14.346389, 100.989444) ระยะปลูก 9x9x9 เมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 8 พันธุ์ เก็บข้อมูลพันธุ์ละ 18 ต้น ปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า 8 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุราษฎร์ธานี2 (ST2) สุราษฎร์ธานี3 (ST3) สุราษฎร์ธานี4 (ST4) สุราษฎร์ธานี5 (ST5) สุราษฎร์ธานี6 (ST6) ยูนิวานิช (UNI) อูติ (UTI) และ โกลด์เด้นเทเนอร่า (GT) ผลการทดลองพบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ GT เป็นพันธุ์ที่มีความสูงเพิ่มต่อปี จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี ผลผลิตทะลายต่อต้นต่อปี และผลผลิตต่อไร่ต่อปี สูงสุด และมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำสุด อย่างไรก็ตาม ปาล์มน้ำมันทุกพันธุ์ มีความสูงเพิ่ม อัตราส่วนช่อดอกตัวเมีย จำนวนทะลาย ผลผลิตทะลายสด ผลผลิตต่อไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน/ทะลาย และผลผลิตน้ำมันต่อต้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ABSTRACT

Yield comparison and bunch component of five-year-old commercial oil palm, were studied in central part of Thailand (14° 20′ 47′′ N, 100° 59′ 22′′ E 14.346389, 100.989444) within acidic soil condition (Rangsit Soil series). Eight commercial oil palm varieties, Surat Thani no.2 (ST2), Surat Thani no.3 (ST3), Surat Thani no.4 (ST4), Surat Thani no.5 (ST5), Surat Thani no.6 (ST6), Univanich (UNI), Uti (UTI) and Golden Tenera (GT) were planted in randomized complete block design within 9x9x9 m for three replications, there were x plants in each plot. Eighteen plants per plot were collected for analyze in Height Increment (HI), Found Production (FP), Leaf Area Index (LAI), Sex Ratio (SR), Bunch Number (BN), Fresh Fruit Bunch (FFB), Yield per rai per year (YPR), Fruit to Bunch (%FB), Mean Fruit Weight (MFW), Kernel to Fruit (%KF), Oil to Bunch (%OB) and Oil Yield per Palm (OYP). The results showed that GT variety had HI, BN, FFB and YPR, respectively. However, the HI, %SR, BN, FFB, YPR, %FB and OYP were not significant different in eight varieties.

Key Words: oil palm, acid sulphate soil, growth, yield

* Corresponding author; tnpyyy@gmail.com

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agricultural, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของภาคใต้ แต่ในปัจจุบันมีความต้องการด้านอาหารและพลังงานเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2554 มีความต้องการใช้น้ำมันปาล์ม 54.94 ล้านตัน และในปี พ.ศ. 2558 เพิ่มขึ้นเป็น 58.54 ล้านตัน จึงส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น จาก 4.09 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2554 เพิ่มขึ้นเป็น 4.69 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2558 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555; 2559) โดยเฉพาะในเขตภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประมาณการว่าจะมีการขยายพื้นที่ปลูก 500,000 ไร่ต่อปี เพื่อรองรับกับแผนพัฒนาพลังงานในอนาคต (สถาบันอาหาร, 2557) อย่างไรก็ตาม ผลผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศมีแนวโน้มลดลง 1.14 ล้านตัน จากปี พ.ศ. 2556-2558 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) เป็นผลจากสภาพอากาศที่แปรปรวน ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกและพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้ปลูก ซึ่งปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมค่อนข้างรวดเร็ว และจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการสรีรวิทยา การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

พื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง เป็นพื้นที่ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 2 ของประเทศ รองลงมาจากภาคใต้ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ซึ่งสภาพดินร้อยละ 80 ของพื้นที่ เป็นดินกรดจัดถึงกรดจัดรุนแรง ครอบคลุมพื้นที่จังหวัด ปทุมธานี นครนายก ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี บางส่วนของจังหวัด สระบุรี อยุธยา นครปฐม และสุพรรณบุรี (สุรชัย, 2535) โดยทั่วไป ปาล์มน้ำมันจะทนทานต่อความเป็นกรด-ด่างของดินที่ต่ำกว่า 4 เพียงเล็กน้อย (Corley and Tinker, 2003) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความลึกของชั้นกรดกำมะถันในดินด้วย โดยในพื้นที่เหมาะสมปานกลางถึงมากต่อการปลูกปาล์มน้ำมันควรมีความลึกของชั้นกรดกำมะถัน มากกว่า 75 เซนติเมตร ชั้นดินตื้นมีความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 3.5 จะมีความเป็นพิษต่อราก และทำให้รากดูดซับธาตุอาหารได้น้อยลง (ธีระ, 2554) ถือเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และกระทบต่อผลผลิตของประเทศได้

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้า หรือพันธุ์ลูกผสม (D x P) ที่นิยมปลูกในปัจจุบัน ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตและปริมาณน้ำมันสูง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกพันธุ์และศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมต่อการแสดงออกของปาล์มน้ำมันจากลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตในเขตพื้นที่ภาคกลางที่มีสภาพดินกรดจัด ช่วยลดต้นทุนการผลิตและความเสี่ยงของเกษตรกรในการตัดสินใจเลือกใช้เลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตคุ้มค่ากับการลงทุน และเป็นแนวทางในการพัฒนาเชื้อพันธุกรรมและสายพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินกรดจัดและพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์การค้าอายุ 5 ปี 6 เดือน จำนวน 8 พันธุ์ เป็นพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 (ST2) สุราษฎร์ธานี 3 (ST3) สุราษฎร์ธานี 4 (ST4) สุราษฎร์ธานี 5 (ST5) สุราษฎร์ธานี 6 (ST6) และเป็นพันธุ์ของบริษัทเอกชน 3 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ ยูนิวานิช (UNI) อูติ (UTI) และโกลด์เด้นเทเนอร่า (GT) (Table 1) ปลูกบนร่องสวนแบบแถวคู่ ระยะปลูก 9x9x9 เมตร ในแปลงวิจัยของโครงการปาล์มน้ำมัน ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตั้งอยู่ที่ ต.หนองหมู อ.วิหารแดง จ.สระบุรี (ชุดดินรังสิต) วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ เก็บข้อมูลซ้ำ ละ 6 ต้น รวม 144 ต้น เริ่มเก็บข้อมูลในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2558

2. การดูแลรักษา ให้น้ำแบบร่องสวนระหว่างแปลง เก็บตัวอย่างดินตรวจวิเคราะห์ปีละ 1 ครั้ง เพื่อตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้งต่อ

ปี คือ ต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (เดือนตุลาคม) ใช้ปุ๋ย ยูเรีย (46-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และโพแตสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ร่วมกับใส่โบรอน กลีเซอไรด์ ร็อคฟอสเฟต และโดโลไมท์ ปีละ 1 ครั้ง กำจัดวัชพืช โรคและแมลงตามเมื่อเริ่มพบการเข้าทำลาย

3. บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน (rainfall) อุณหภูมิ (temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) (Figure 1)

4. บันทึกข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เนื้อดิน (soil texture) อินทรียวัตถุ (organic matter, OM) ความต้องการปูน (lime requirement, LR) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (K) แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (Mg) (Table 2)

5. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ทุก 6 เดือน ใช้สีน้ำมันทำเครื่องหมายทางใบที่ 1 (ทางใบที่อ่อนที่สุด ใบย่อยคลี่เต็มที่แล้ว) เก็บข้อมูลความสูงต้นที่ตำแหน่งฐานทางใบที่ 41 จำนวนทางใบเพิ่มต่อปี (found production, FP) ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index, LAI) ดัดแปลงจาก อรรัตน์ (2551) ความสูงเพิ่มต่อปี (height increment, HI) คำนวณจากสูตรของ Breure and Powell (1987) โดยความสูงเพิ่มต่อปี = (ความสูง ณ ปีที่ t) / (t - 2) โดย t = อายุปาล์ม ณ ปีที่ทำการวิจัย/ทดลอง

Table 1 Oil Palm commercial varieties

No.	Variety	Type	Fruit color	Source	Origin
1	UNI	Tenera (DxP)	NIG	Univanich Palm Oil Pub Co., Ltd.	Deli Dura, Yangambi Pisifera
2	ST2	Tenera (DxP)	NIG	Department of Agriculture	Deli Dura, La Me Pisifera
3	ST3	Tenera (DxP)	NIG	Department of Agriculture	Deli Dura, DAMI Pisifera
4	ST4	Tenera (DxP)	NIG	Department of Agriculture	Deli Dura, EKONA Pisifera
5	ST5	Tenera (DxP)	50%VIR, 50%NIG	Department of Agriculture	Deli Dura, Nigeria Pisifera
6	ST6	Tenera (DxP)	NIG	Department of Agriculture	Deli Dura, DAMI Pisifera
7	UTI	Tenera (DxP)	NIG	Uti Company	Deli Dura,Unknow
8	GT	Tenera (DxP)	NIG	Golden Oil Palm Co.,Ltd.	Deli Dura, AVROS and Dampy Pisifera

DxP = Dura cross Pisifera, NIG = Nigrescens, VIR = Virescens

6. บันทึกข้อมูลการให้ผลผลิต ทุก 15 วัน โดยใช้สีน้ำมันทำเครื่องหมายช่อดอกที่ปรากฏและทราบว่าเป็นดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย หรือดอกกะเทย บันทึกข้อมูลจำนวนช่อดอกเพื่อใช้คำนวณหาอัตราส่วนช่อดอกตัวเมีย (sex ratio, %SR) ตามวิธีการของ Oboh and Fakorede (1997) โดย %SR = [ช่อดอกตัวเมีย / (ช่อดอกตัวเมีย + ช่อดอกตัวผู้ + ช่อดอกกะเทย)] x 100 และเก็บข้อมูลผลผลิตทะลาย ทุก 15 วัน หรือทุกรอบการเก็บเกี่ยว โดยตัดทะลายที่สุกแก่พอดี คือ มีผลร่วง 1-5 ผล (อรรัตน์, 2551) มีสีส้มหรือส้มแดง ชั่งน้ำหนักทะลาย บันทึกข้อมูลน้ำหนักและจำนวนทะลายต่อต้นต่อปี (bunch number, BN) เพื่อใช้คำนวณหา ผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี (fresh fruit bunch, FFB) และผลผลิตต่อไร่ต่อปี (yield per rai per year, YPR)

7. บันทึกข้อมูลคุณภาพทะลาย ทำการเก็บเกี่ยวทะลายที่สุกแก่พอดี ชั่งน้ำหนักทะลาย และนำมาสับแยกเพื่อวิเคราะห์หา เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย (fruit to bunch, %FB) เปอร์เซ็นน้ำมันต่อทะลาย (oil to bunch, %OB) ผลผลิตน้ำมันต่อต้น (oil yield per palm, OYP) ผลผลิตน้ำมันต่อไร่ (oil yield per rai, OYR) ดัดแปลงจาก Blaak *et al.* (1963) และ Rao *et al.* (1983)

8. วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Rang Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

จากข้อมูลสภาพอากาศของสถานีตรวจอากาศโครงการปาล์มน้ำมัน ในช่วง 12 เดือน ตั้งแต่ สิงหาคม พ.ศ.2558 ถึง กรกฎาคม พ.ศ.2559 (Figure 1) พบว่า มีปริมาณน้ำฝนรวม 749.20 มิลลิเมตร ซึ่งต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน โดยปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสม คือ 2,000-2,500 มิลลิเมตรต่อปี (Corley and Tinker, 2003) จึงจำเป็นต้องให้น้ำในร่องสวนอย่างเพียงพอและต่อเนื่องตลอดปี เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (กาญจนา และคณะ, 2557) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อปาล์มน้ำมันอยู่ระหว่าง 29-33 องศาเซลเซียส (ธีระ, 2554; Hartley, 1988) จากข้อมูลในช่วง 12 เดือน มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเท่ากับ 29.32 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม และพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 74.16 เปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อปาล์มน้ำมันเท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์ (Corley and Tinker, 2003) ปกติความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศจะสัมพันธ์กับปัจจัยภูมิอากาศอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ แสง และปริมาณฝน (ธีระ, 2554)

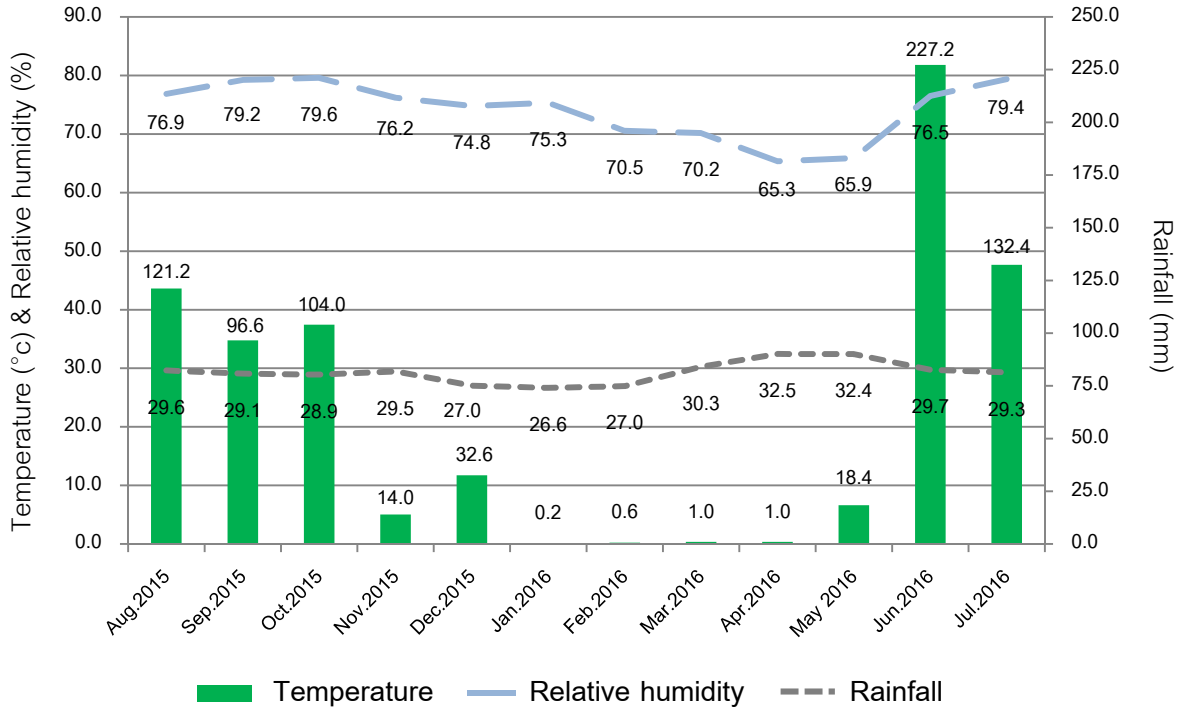


Figure 1 Rainfall, Temperature and Relative Humidity in August 2015 to August 2016

2. ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน (Table 2) พบว่า ค่า pH มีค่าเท่ากับ 4.07 ซึ่งอยู่ในระดับความเป็นกรดรุนแรงมาก แต่ยังถือว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อปาล์มน้ำมัน โดยค่า pH ที่เหมาะสมคือ 4-6 (สุรกิตติ, 2547) ความต้องการปูน 2,419 กิโลกรัมต่อไร่ เนื้อดินเป็นดินเหนียว (Clay, C) ปริมาณอินทรียวัตถุสูง คือ 48.8 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 112 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับสูง ปริมาณแมกนีเซียม 155 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับสูง จากข้อมูลทำให้สามารถจัดการดินและปุ๋ยให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันเพื่อลดต้นทุนการผลิต

Table 2 Soil properties in physical and chemical

pH	LR (kg/rai)	Soil Texture	OM (g/kg)	Avail.P (mg/kg)	Avail.K (mg/kg)	Avail.Mg (mg/kg)
4.07	2,419	C	48.8	17	112	155

Lime Requirement = LR, Clay = CL, Organic Matter = OM, Available Phosphorus = P, Available Potassium = K, Available Magnesium = Mg

3. การเจริญเติบโตทางลำต้นของปาล์มน้ำมัน

ข้อมูลปาล์มน้ำมันในช่วงอายุ 5 ปี 6 เดือน ถึง 6 ปี 6 เดือน (Table 3) พบว่า จำนวนทางใบเพิ่มต่อปี และดัชนีพื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันทั้ง 8 พันธุ์ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยลักษณะจำนวนทางใบเพิ่มต่อปี พบว่า ทั้ง 8 พันธุ์ มีจำนวนทางใบเพิ่ม 17.29-21.93 ทางใบต่อปี เฉลี่ย 19.60 ทางใบต่อปี โดยพันธุ์ที่มีจำนวนทางใบเพิ่มสูงสุด คือ ST5 มีจำนวนทางใบเพิ่ม 21.93 ทางใบต่อปี และพันธุ์ที่มีจำนวนทางใบเพิ่มต่ำสุด คือ UNI มีจำนวนทางใบเพิ่ม 17.29 ทางใบต่อปี สอดคล้องกับการรายงานของ กาญจนา และคณะ (2557) พบว่า จำนวนทางใบเพิ่มของปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1-6 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่อายุ 4 ปี มีจำนวนทางใบเพิ่ม เฉลี่ย 13.6-16.50 ทางใบต่อปี และจะเพิ่มขึ้นเด่นชัดเมื่ออายุเพิ่มขึ้น 5 ปี และ 8 ปี มีจำนวนทางใบเพิ่ม เฉลี่ย 26.70 และ 33.60 ทางใบต่อปี นอกจากอายุของปาล์มน้ำมันแล้ว ยังมีปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่มีผลต่อการสร้างทางใบด้วยเช่นกัน (พสุ และคณะ, 2558) จากรายงานของ Corley and Tinker (2003) พบว่า ปาล์มน้ำมันอายุ 2-4 ปี มีจำนวนทางใบเพิ่ม 30-40 ทางใบต่อปี จากนั้นจำนวนทางใบเพิ่มจะลดลงเหลือ 20-25 ทางใบต่อปี ตั้งแต่อายุ 8 ปี เป็นต้นไป และพบว่าปาล์มน้ำมันทั้ง 8 พันธุ์ มีดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 3.73-5.54 เฉลี่ย 4.72 โดยพันธุ์ที่มีดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด คือ UNI เท่ากับ 5.54 และพันธุ์ที่มีดัชนีพื้นที่ใบต่ำสุด คือ GT เท่ากับ 3.73 สอดคล้องกับรายงานของ พสุ และคณะ (2558) รายงานว่า ดัชนีพื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสม 7 พันธุ์ อายุ 7 ปี ที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 4.24 โดยพันธุ์เปรียบเทียบที่ใช้คือพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีดัชนีพื้นที่ใบ 4.7 ใกล้เคียงกับข้อมูลดัชนีพื้นที่ใบพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 คือ 4.61 ซึ่ง Awal *et al,* (2010) กล่าวว่า ดัชนีพื้นที่ใบบ่งบอกถึงลักษณะทรงพุ่ม ใช้วัดการเจริญเติบโตและเมทตาบอลิซึม การสะสมน้ำหนักแห้งและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ในลักษณะความสูงเพิ่มต่อปี พบว่า ทั้ง 8 พันธุ์ มีลักษณะความสูงเพิ่มต่อปีไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงเพิ่มตั้งแต่ 30-43 เซนติเมตรต่อปี เฉลี่ย 38 เซนติเมตรต่อปี โดยพันธุ์ที่มีความสูงเพิ่มต่อปี สูงสุด คือ GT สูงขึ้น 43 เซนติเมตรต่อปี และพันธุ์ที่มีความสูงเพิ่มต่อปี ต่ำสุด คือ ST4 สูงขึ้น 30 เซนติเมตรต่อปี สอดคล้องกับรายงานของ อรรัตน์ (2551) และ ธีระ (2554) รายงานว่า ลักษณะความสูงต้นจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 45-55 เซนติเมตรต่อ

ปี โดยการเพิ่มขึ้นของความสูงปาล์มน้ำมันจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ซึ่งความสูงของต้นปาล์มมีผลต่อต้นทุนการเก็บเกี่ยว ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันจึงให้ความสำคัญกับลักษณะความสูงต้น อย่างไรก็ตามในการคัดเลือกต้นที่ให้ผลผลิตสูงมักมีความสูงมากเช่นกันซึ่งแสดงถึงความแข็งแรงกว่าต้นเตี้ย (Corley and Tinker, 2003)

4. การให้ผลผลิต

จากข้อมูลลักษณะผลผลิตของปาล์มน้ำมัน 8 พันธุ์ (Table 3) พบว่า ในทุกลักษณะผลผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยอัตราส่วนช่อดอกตัวเมีย มีค่าตั้งแต่ 64.41-79.65 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 71.10 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ที่มีอัตราส่วนช่อดอกตัวเมียสูงสุด คือ GT เท่ากับ 79.65 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ที่มีอัตราส่วนช่อดอกตัวเมียต่ำสุด คือ ST4 เท่ากับ 64.41 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราส่วนที่ปรากฏจะเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อม ธาตุอาหาร อายุของปาล์มน้ำมัน การตัดแต่งทางใบ จำนวนต้นต่อพื้นที่ รวมถึงความแปรปรวนทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันเอง (Corley and Tinker, 2003 อ้างโดย พสุ และคณะ, 2558) จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี พบว่า ทั้ง 8 พันธุ์ มีจำนวนทะลาย 15.00-19.44 ทะลายต่อต้นต่อปี เฉลี่ย 16.87 ทะลายต่อต้นต่อปี โดย GT มีจำนวนทะลายสูงสุด เท่ากับ 19.44 ทะลายต่อต้นต่อปี และพันธุ์ที่มีจำนวนทะลายต่ำสุด คือ UNI มีจำนวนทะลาย 15.00 ทะลายต่อต้นต่อปี ลักษณะผลผลิตทะลายต่อต้นต่อปี มีค่าเท่ากับ 139.86-184.33 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เฉลี่ย 158.1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี โดย GT มีผลผลิตทะลายสูงสุด เท่ากับ 184.33 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และพันธุ์ที่มีผลผลิตทะลายต่ำสุด คือ ST3 มีผลผลิตทะลาย 139.86 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งอยู่ในช่วงมาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมของกรมวิชาการเกษตร คือ ในพื้นที่เหมาะสม ผลผลิตทะลายควรมากกว่า 150 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และในพื้นที่เหมาะสมปานกลางผลผลิตทะลายต้องมากกว่า 110 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (สุรกิตติ, 2547) และสอดคล้องกับการรายงานของ พสุ และคณะ (2558) รายงานว่า ผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันลูกผสม 7 พันธุ์ อายุ 7 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 165.71 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ผลผลิตทะลายต่อไร่ต่อปี เท่ากับ 3,076.88-4,055.33 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เฉลี่ย 3478.20 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี โดย GT มีผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 4,055.33 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และพันธุ์ที่มีผลผลิตทะลายต่ำสุด คือ ST3 เท่ากับ 3,076.88 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สอดคล้องกับรายงานของ ชญาดา และคณะ (2557) พบว่า ผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1-6 ที่ทดสอบในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ในช่วงอายุ 2 ปี 5 เดือน ถึง 4 ปี 10 เดือน พบว่า ปาล์มน้ำมันทั้ง 6 พันธุ์ มีผลผลิตเฉลี่ย 3,061.75 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 เท่ากับ 3,132 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี รองลงมาคือ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 และสุราษฎร์ธานี 3 ให้ผลผลิต 3,114 และ 3,089 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ

5. คุณภาพทะลาย

จากข้อมูลลักษณะคุณภาพทะลายของปาล์มน้ำมัน 8 พันธุ์ (Table 3) พบว่า เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมันต่อต้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย มีค่าตั้งแต่ 36.52-53.10 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 45.41 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายสูงสุด คือ ST2 มีค่าเท่ากับ 53.10 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลายต่ำสุด คือ UTI มีค่าเท่ากับ 36.52 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย 16.88-24.49 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 21.50 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงสุด คือ UNI มีค่าเท่ากับ 24.49 เปอร์เซ็นต์และพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายต่ำสุด คือ UTI เท่ากับ 16.88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลักษณะผลผลิตน้ำมันต่อต้น มีค่าตั้งแต่ 26.48-38.42กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เฉลี่ย 33.74 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี พันธุ์ที่มีผลผลิตน้ำมันต่อต้นสูงสุด คือ UNI มีค่าเท่ากับ 38.42 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และพันธุ์ที่มีผลผลิตน้ำมันต่อต้นต่ำสุด คือ UTI เท่ากับ 26.48 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งใกล้เคียงกับรายงาน ของ Noh *et al.,* (2012) รายงาน

ว่า การศึกษาการแสดงออกทางพันธุกรรมและสมรรถนะการผสมของปาล์มน้ำมันลูกผสม (Deli Dura x AVROS Pisifera) นอกเขตพื้นที่ชายฝั่ง ในประเทศมาเลเซีย พบว่า ปาล์มน้ำมัน ลูกผสม 40 คู่ผสม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย 24.91 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมันต่อต้น 31.15 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

Table 3 A comparison of vegetative trait of the eight oil palm commercial varieties

Var.	HI (cm)	FP	LAI	SR (%)	BN	FFB (kg)	YPR (kg)	FB (%)	OB (%)	OYP (kg)
UNI	38.30	17.39c	5.54a	71.17	15.00	156.89	3451.56	49.49ab	23.87	37.46
ST2	36.70	19.72abc	4.61b	75.21	16.50	146.28	3218.11	53.10a	22.27	34.94
ST3	39.90	19.94abc	4.94ab	68.13	16.28	139.86	3076.88	43.84bc	23.62	37.06
ST4	30.17	19.06bc	4.55b	64.41	15.06	140.71	3095.71	40.12c	21.33	33.46
ST5	37.10	21.78a	4.92ab	65.65	17.22	161.48	3552.63	42.53bc	19.49	30.58
ST6	40.43	20.89ab	4.98ab	69.60	16.78	155.12	3412.69	48.82ab	21.01	32.96
UTI	37.87	18.67bc	4.50bc	74.96	18.67	180.12	3962.69	36.52c	16.99	26.66
GT	43.40	19.61abc	3.73c	79.65	19.44	184.33	4055.33	48.89ab	22.89	35.91
mean	37.98	19.63	4.72	71.10	16.87	158.10	3478.20	45.41	21.43	33.63
F-test	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
%CV	11.50	6.97	9.41	11.31	17.33	22.03	22.03	9.75	11.26	11.27

*, ** and ns indicate significant at P 0.05, P 0.01 and not significant, respectively. LSD = least significant difference, CV = coefficient variation, Height Increment = HI, Found Production=FP, Leaf Area Index = LAI, Sex Ratio = SR, Bunch Number = BN, Fresh Fruit Bunch = FFB, Yield per rai per year = YPR, Fruit to Bunch = %FB, Mean Fruit Weight = MFW, Kernel to Fruit = %KF, Oil to Bunch = %OB, Oil Yield per Palm = OYP

สรุป

การแสดงออกของปาล์มน้ำมันทั้ง 8 พันธุ์ ในสภาพดินเปรี้ยวจัด มีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยพบว่า GT เป็นพันธุ์ที่มีความสูงเพิ่มต่อปีสูงสุด พร้อมกับมีปริมาณผลผลิตสูงสุด รองลงคือ UTI และ ST5 ตามลำดับ และยังพบว่า GT มีดัชนีพื้นที่ใบต่ำสุด ผลการทดลองนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนปลูกของเกษตรกร และใช้ในการพัฒนาเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะทรงพุ่มแบบ compact ที่ให้ผลผลิตสูง เพื่อเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่และผลผลิต จากข้อมูลยังพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบของ UNI มีค่าสูงสุด พร้อมกับมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันและผลผลิตน้ำมันสูงสุดด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ปาล์มน้ำมันทั้ง 8 พันธุ์ มีความสูงเพิ่มต่อปี อัตราส่วนช่อดอกตัวเมีย จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี ผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี ผลผลิตต่อไร่ต่อปี เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย และผลผลิตน้ำมันต่อต้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ในอนาคตควรต้องมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีอายุยืนยาว และสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในทุกช่วงอายุของปาล์มน้ำมัน จึงจำเป็นต้องมีข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกของเกษตรกรในภาคกลางต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการปาล์มน้ำมัน ภาควิชาพืชไร่นา ที่สนับสนุนการวิจัย และห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา ทองนะ พสุ สกุลอารีวัฒนา ธีรวุฒิ ตุ่นคำ และ อุดม คำชา. 2557. การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมัน 6 สายพันธุ์ ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์** 1(2): 1-6.

ชญาดา ดวงวิเชียร ศิริรัตน์ พุ่มพวง กนกวรรณ สุดาแก้ว อดิเรก วางแสง วสันต์ มุดโหมด จำลอง ชูกร และ จุฑามาศ เกศวงศ์. 2557. การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันในจังหวัดปทุมธานี. **วารสารวิชาการเกษตร** 32(1): 45-57.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. **การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

พสุ สกุลอารีวัฒนา กาญจนา ทองนะ จีระพรรณ พนาลิกุล และ อรรัตน์ วงศ์ศรี. 2558. การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ต่างประเทศในพื้นที่จังหวัดหนองคาย. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์** 2(3): 1-7.

สถาบันอาหาร. 2557. **อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันไทย**. แหล่งที่มา; http://www.fic.nfi.or.th/food/upload/doc/12_ th_palm%20industry.doe. 10 ตุลาคม 2559.

สุรกิตติ ศรีกุล. 2547. **เอกสารวิชาการน้ำมัน**. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. หน้า 167.

สุรชัย หมื่อนสังข์, เจริญ เจริญจำรัสชีพ และจุมพล ยูวะนิยม. 2535. **คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย**. คณะกรรมการจัดกิจกรรมเพื่อกองทุน ศ.ดร.สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2554**. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. นนทบุรี.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558**. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. นนทบุรี.

อรรัตน์ วงศ์ศรี. 2551. **เอกสารทางวิชาการ เรื่อง เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน**. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Awal, M.A., W.I. Wan Ishak and S.M. Bokari-Gevao. 2010. Determination of leaf area index for oil palm plantation using hemispherical photography technique. **Pertanika J. Sci. & Technol**. 18 (1): 23-32.

Blaak G., L.D. Spaarnaaij and T. Menendez. 1963. Breeding for inheritance in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Part II methods of bunch quality analysis. **J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res**. 4: 146.

Breure, C.J. and M.S. Powell. 1987. The one-shot method of establishing growth parameters in oil palm. **Proceedings of the International Oil Palm Conference**. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala, 203-209.

Corley, R.H. V. and P.B. Tinker. 2003. **The Oil Palm**. 4th eds. Blackwell Science Ltd, Oxford.

Hartley, C.W.S. 1988. **The Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)** 3rd ed. Longman, London.

Noh, A., M.Y. Rafii, G. Saleh, A. Kushairi and M.A. Latif. 2012. Genetic Performance and General Combining Ability of Oil Palm Deli dura x AVROS pisifera Tested on Inland Soils. **The Scientific World Journal** Vol. 2012, 8 p.

Oboh B.O. and M.A.B. Fakorede. 1997. A factor analysis of vegetative and yield traits in back cross progenies of an interspecific hybrid of oil palm. **J. Genet. & Breed.** 51: 257-262.

Rao, A.C. Soh, R.H.V. Corley, C.H. Lee, N. Rajanaidu, Y.P. Tan, C.W. Chin, K.C. Lim, S.T. Tan, T.P. Lee and M. Ngui. 1983. A critical reexamination of the method of bunch quality analysis in oil palm breeding. **PORIM Occasional Paper** 9: 1 - 28.

Spore Morphology in some Seedless Plants

Watanyoo Klinneam[1], Ekaphan Kraichak[1] and Prasart Kermanee[1*]

ABSTRACT

Spore morphology in some seedless plants were investigated. Spores of Bryophytes and Pteridophytes including *Asterella khasiana* (Griff.) Grolle (Aytoniaceae), *Pogonatum neesii* (Mull. Hal.) Dozy (Polytrichaceae), *Anthoceros angustus* Stephani (Anthocerotaceae), *Huperzia phlegmaria* (L.) Rothm. (Lycopodiaceae), *Selaginella* sp. (Selaginellaceae), *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv. (Psilotaceae), *Equisetum ramosissimum* Desf. subsp. *debile* (Roxb. ex Vaucher) Hauke (Equisetaceae), *Angiopteris evecta* (G. Forst.) Hoffm. (Marattiaceae), *Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn. (Pteridaceae) and *Phymatosorus membranifolium* (R. Br.) S.G. Lu (Polypodiaceae) were studied using a modified double clearing method. It was found that spores having trilete aperture type presented in *Asterella khasiana*, *Pogonatum neesii*, *Anthoceros angustus*, *Huperzia phlegmaria*, *Selaginella* sp., *Angiopteris evecta*, and *Ceratopteris thalictroides*, monolete aperture type in *Psilotum nudum* and *Phymatosorus membranifolium* and circular aperture type in *Equisetum ramosissimum* subsp. *debile*. In the context of plant evolution, spores with trilete aperture appeared to be more ancestral than the spores having monolete and porate apertures. The results followed evolutionary hypotheses in previous studies.

Key word: spores morphology, seedless plants

[*]Corresponding author; e-mail address: **fscipsk@ku.ac.th**

[1]Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

INTRODUCTION

All of organisms on the earth can be related to water. It is believed that the first organism on the earth live in ocean. Since then, they have evolved to live on land and this similar situation occurs in plants too (The Department of Paleobiology of NMNH, 2016). Green algae evolved into the primitive land plants, including nonvascular plants growing in wet habitat (Simpson, 2006). Some plants in this group have evolved to become vascular plants, including lycophyte and monilophyte which distributed to a drier area (Benton, 2009). Thus, all modern land plants have adapted in terms of their anatomy, physiology and life cycle. Conducting tissues, cuticle, stomata, and reproductive organs such as gametangia and spores are the key adaptations to be on land (Kenrick and Crane, 1997; Graham *et al*., 2000; Wallace *et al*., 2011).

Spore is an important structure for the reproduction of plants and considered the origin of gametophyte phase. It is vital to the existence of species and spores of plant are very adaptation to survival in the environmental stress. In particular, the sporopollenin encapsulate the spores to protect the reproductive parts and ensure existence of the plants (Furness and Rudall, 2004; Blackmore, 2007). Agashe and Caulton (2009) studied the species of *Cyathodium* (bryophyte) four evolutionary lines have been recognized based on exine ornamentation of spore morphology. Evolutionary trend may be described by features of spore.

The aim of this study was to investigate morphological character of spores in seedless plants. The data could be used to support several plant evolutionary hypotheses and species identification in some plants. In this study, the spore morphology of bryophyte, lycophyte and monilophyte were conducted to answer the question: What are the key character in evolution of spores in seedless plants?

MATERIALS AND METHODS

Spores were selected from one species of each plant group, including liverwort, moss, hornwort, *Huperzia*, *Selaginella, Psilotum*, *Equisetum* and three species of ferns. The specimens were collected from Chiang Mai, Phitsanulok and Bangkok provinces in Thailand (Table 1). Morphological character of spores were investigated by the permanent slides technique with a modified double clearing method (Kermanee, 2015). The samples were boiled in 10% KOH for 2 minutes, filtered by a muslin cloth and rinsed 3 times in distilled water. Then, they were bleached with solution Haiter® a mixture of 6% sodium hypochlorite for 10 min and rinsed 3 times in distilled water. After that, they were stained with 1% aqueous safranin, dehydrated with an ethanol concentration series (30-100%) for 5 minutes in each step. The completely dehydrated samples were transferred to a mixture of absolute ethanol and xylene (1:1) for 5-10 min, cleared with pure xylene for 1 hr and mounted with

permount (Fisher, USA.). The images of spores were obtained with LM (Olympus CH30 and Zeiss Axioskop2 plus assembled with AxioCam MRc camera and AxioskopII Plus program) and SEM (Hitachi TM3030Plus and FEI Quanta 450).

Table 1 Location of the specimens collection of ten species of seedless plants

Species	Family	Location	Province of Thailand
1. *Asterella khasiana* (Griff.) Grolle	Aytoniaceae	Doi Pui Forestry Student Training Station	Chiang Mai
2. *Pogonatum neesii* (Mull. Hal.) Dozy	Polytrichaceae	Doi Pui Forestry Student Training Station	Chiang Mai
3. *Anthoceros angustus* Stephani	Anthocerotaceae	Doi Pui Forestry Student Training Station	Chiang Mai
4. *Huperzia phlegmaria* (L.) Rothm.	Lycopodiaceae	Department of Botany, Kasetsart University	Bangkok
5. *Selaginella* sp.	Selaginellaceae	Department of Botany, Kasetsart University	Bangkok
6. *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv.	Psilotaceae	Department of Botany, Kasetsart University	Bangkok
7. *Equisetum ramosissimum* Desf. subsp. *debile* (Roxb. ex Vaucher) Hauke	Equisetaceae	Chat Trakan district	Phitsanulok
8. *Angiopteris evecta* (G. Forst.) Hoffm.	Marattiaceae	Department of Botany, Kasetsart University	Bangkok
9. *Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn.	Pteridaceae	Department of Botany, Kasetsart University	Bangkok
10. *Phymatosorus membranifolium* (R. Br.) S.G. Lu	Polypodiaceae	Department of Botany, Kasetsart University	Bangkok

RESULTS AND DISCUSSIONS

1. Spore descriptions (Figure 1, Table 2)

Bryophytes

Family: Aytoniaceae (liverwort)

Asterella khasiana (Griff.) Grolle — monad, bilateral symmetry, heteropolar, polar view subtriangular with slightly convex sides, trilete; fine and long arms, equatorial view tetrahedral (pyramidal proximal side and hemispherical distal side), reticulate on distal face, and reducing

gradually to proximal face, perine 11-14 µm in thickness, polar axis: 75-96 µm, equatorial axis: 78-90 µm, exospore: ca. 5 µm.

Family: Polytrichaceae (moss)

Pogonatum neesii (Mull. Hal.) Dozy — monad, radial symmetry, heteropolar, polar view circular, trilete; fine, equatorial view circular, scabrate, polar and equatorial axis: 7-11 µm, exospores: <1 µm.

Family: Anthocerotaceae (hornwort)

Anthoceros angustus Stephani — monad, radial symmetry, heteropolar, polar view circular to subtriangular with round angles and slightly convex sides, trilete; fine and long arms, equatorial view tetrahedral, microreticulate with mocriechinate on distal face, and reduced to proximal face, polar axis: 28-30 µm, equatorial axis: 32-42 µm, exospore: ca. 1.5 µm.

Pteridophytes

Family: Lycopodiaceae (lycopod)

Huperzia phlegmaria (L.) Rothm. — monad, bilateral symmetry, heteropolar, polar view subtriangular with round angles and slightly convex sides, trilete; fine and long arms with bifurcate extremities, equatorial view tetrahedral, subpsilate to foveolate on distal and proximal face, polar axis: 22-30 µm, equatorial axis: 30-37 µm, exospore: ca. 2 µm.

Family: Selaginellaceae (lycopod)

Selaginella sp. — microspore: monad, bilateral symmetry, heteropolar, polar view subtriangular with slightly convex sides, trilete; long arms with margo, equatorial view subtriangular with slightly convex sides, broadly reticulate on distal and proximal face, perine 4-6 µm in thickness, polar axis: 31-35 µm, equatorial axis: 33-41 µm, exospore: ca. 1.5 µm.

Family: Psilotaceae (fern)

Psilotum nudum (L.) P. Beauv. — monad, bilateral symmetry, heteropolar, polar view elliptical, monolete; long and thick, equatorial view elliptical with slightly plano-convex, subpsilate to slightly scabrate on distal and proximal face, polar axis: 24-37 µm, equatorial axis: E_1 64-81 µm; E_2 29-42 µm, exospore: ca. 3 µm.

Family: Equisetaceae (fern)

Equisetum ramosissimum Desf. subsp. *debile* (Roxb. ex Vaucher) Hauke — monad, radial symmetry, heteropolar, polar view circular, porate, equatorial view circular, psilate, polar axis: 38-54 µm, equatorial axis: 37-57 µm, exospore: ca. 4 µm, covered with spiral elater.

Family: Marattiaceae (fern)

Angiopteris evecta (G. Forst.) Hoffm. — monad, radial symmetry, heteropolar, polar view circular, trilete, equatorial view circular, scabrate on distal and proximal face, polar axis: 19-25 µm, equatorial axis: 19-25 µm, exospore: ca. 1.5 µm.

Family: Pteridaceae (fern)

Ceratopteris thalictroides (L.) Brongn. — monad, bilateral symmetry, heteropolar, polar view subtriangular with round angles and slightly convex sides, trilete; long and thick arms, equatorial view, elliptical concave-convex, megastriate on distal face, and reduced to proximal face, polar axis: 61-92 µm, equatorial axis: 97-126 µm, exospore: ca. 7.5 µm.

Family: Polypodiaceae (fern)

Phymatosorus membranifolium (R. Br.) S.G. Lu — monad, bilateral symmetry, heteropolar, polar view elliptic, monolete; fine and long arms with margo, equatorial view, elliptical slightly plano-convex, subpsilate to psilate on distal and proximal face, polar axis: 24-33 µm, equatorial axis: E_1 50-62 µm; E_2 29-35 µm, exospore: ca. 3 µm.

2. Evolutionary trends of spores

Evolutionary trends of spores in some seedless plants were investigated using spore morphology, including occurrence, symmetry, polarity, shape of polar view and quatorial view, aperture, sculpture and size. In this study, the aperture was an important characteristic that could clearly describe evolutionary trends of spores. Spores of some seedless plants had three aperture types including monolete, trilete and porate aperture. Monolete aperture type was found in *Psilotum nudum,* and *Phymatosorus membranifolium*. Trilete aperture type presented in *Asterella khasiana*, *Pogonatum neesii*, *Anthoceros angustus*, *Huperzia phlegmaria*, *Selaginella* sp., *Angiopteris evecta*, and *Ceratopteris thalictroides* and the porate aperture type was found in *Equisetum ramosissimum* subsp. *debile*. All of species had monad occurrence. The spore symmetry had two types including bilateral and radial symmetry. Bilateral symmetry presented in *Psilotum nudum,* and *Phymatosorus membranifolium* while radial symmetry presented in other species. For the polarity, all spores had heteropolar. The shape in polar view had three types including subtriangular, circular and elliptic while in equatorial view were tetrahedral, circular and elliptic. There six types of sculpture including reticulate, scabrate, echinate, foveolate, psilate and striate had been observed. In addition, we also found correlations between characters. Radial spores are also trilete and subtirangular and circular in polar view, while bilateral spores were also monolete and elliptic in polar view (Table 2)

When considering to evolutionary trends, trilete aperture type was observed in spores of bryophytes while trilete, monolete and porate aperture types present in spores of pteridophytes. Spore with trilete aperture appeared to be more ancestral than the spores having monolete and porate apertures. Evolutionary trends of spores were consistent with Crane (1990) who studied the phylogenetic context of microsporogenesis. In addition, the results followed the molecular phylogenetic categories of Pryer *et al.* (2004); Ingrouille and Eddie (2006); Ying and Graham (2011)

and cladograms of Simpson (2006), with a number of apomorphies, including cuticle, stomata, lignified wall, tracheary element and root system.

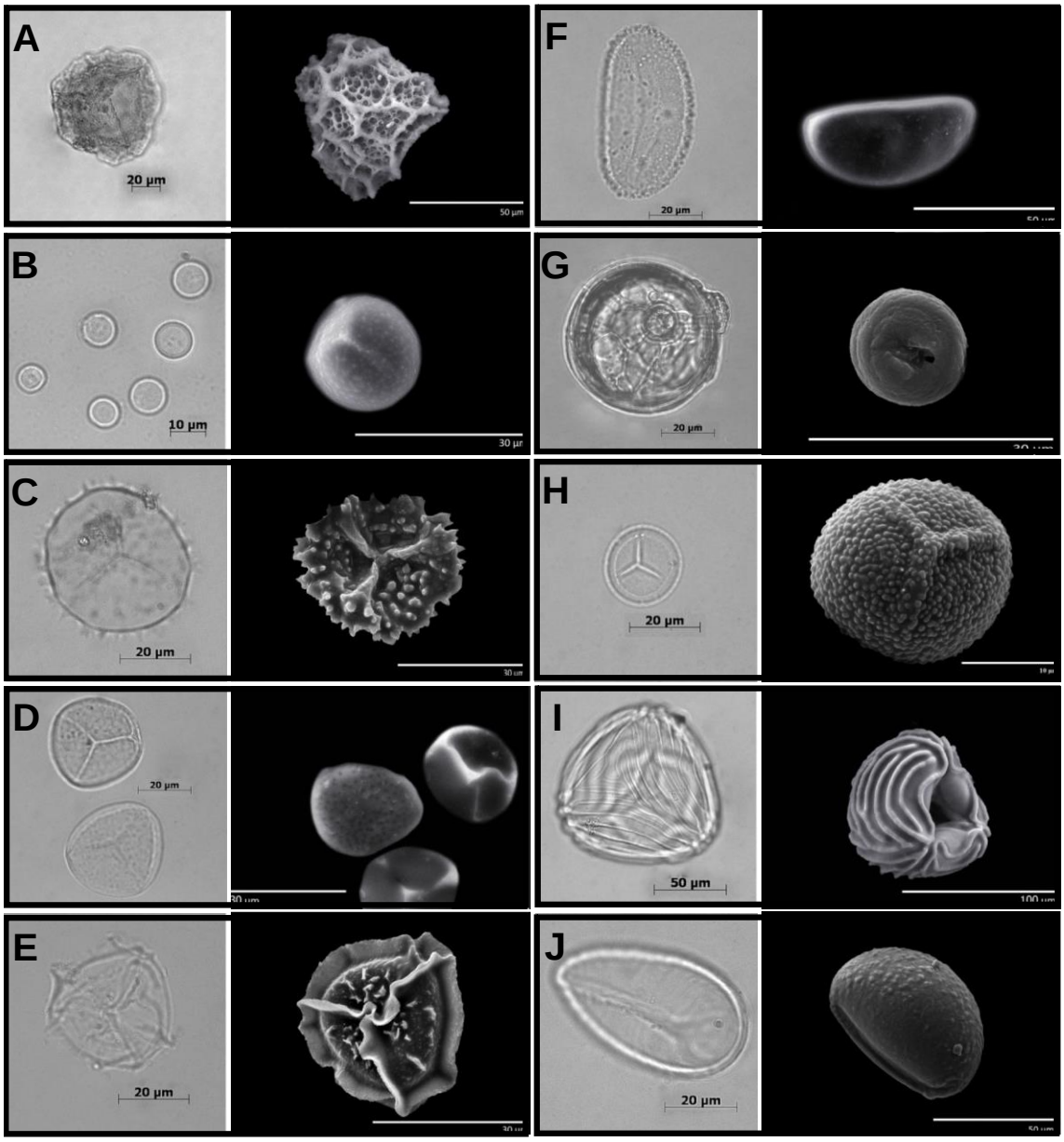


Figure 1 Spore morphology of 10 species in seedless plants under light microscope (left) and scanning electron microscope (right): (A) *Asterella khasiana*; (B) *Pogonatum neesii*; (C) *Anthoceros angustus*; (D) *Huperzia phlegmaria*; (E) *Selaginella* sp.; (F) *Psilotum nudum*; (G) *Equisetum ramosissimum* subsp. *debile*; (H) *Angiopteris evecta*; (I) *Ceratopteris thalictroides*; (J) *Phymatosorus membranifolium*

Table 2 Summary of spore morphology for description in ten species of seedless plants

Species	Occurrence	Symmetry	Polarity	Polar view	Equatorial view	Aperture	Sculpture	Polar axis (μm)	Equatorial axis (μm)
1. *Asterella khasiana*	monad	radial	heteropolar	subtriangular	tetrahedral	trilete	reticulate	74.9-95.8	77.1-89.3
2. *Pogonatum neesii*	monad	radial	heteropolar	circular	circular	trilete	scabrate	6.5-10.9	7.1-11.4
3. *Anthoceros angustus*	monad	radial	heteropolar	subtriangular	tetrahedral	trilete	echinate	27.7-29.9	32.4-42.1
4. *Huperzia phlegmaria*	monad	radial	heteropolar	subtriangular	tetrahedral	trilete	foveolate	22.1-29.8	30.3-37.4
5. *Selaginella* sp.	monad	radial	heteropolar	subtriangular	subtriangular	trilete	reticulate	30.7-35.4	33.2-40.7
6. *Psilotum nudum*	monad	bilateral	heteropolar	elliptic	elliptical plano-convex	monolete	scabrate	24.3-36.7	64.0-81.2 (29.1-41.9)
7. *Equisetum ramosissimum* subsp. *debile*	monad	radial	heteropolar	circular	circular	porate	psilate	38.1-53.5	37.4-57.3
8. *Angiopteris evecta*	monad	radial	heteropolar	circular	circular	trilete	scabrate	19.3-24.5	19.2-24.9
9. *Ceratopteris thalictroides*	monad	radial	heteropolar	subtriangular	elliptical concave-convex	trilete	striate	61.22-91.9	96.8-125.8
10. *Phymatosorus membranifolium*	monad	bilateral	heteropolar	elliptic	elliptical plano-convex	monolete	subpsilate	24.4-33.4	49.6-61.6 (29.0-35.0)

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Development and Promotion of science and Technology Talents Project (DPST) and Department of Botany, Kasetsart University.

REFERENCES

Agashe, S.N. and E. Caulton. 2009. **Pollen and Spores.** Science Publishers, Enfield (NH).

Benton, M.J. and D.A.T. Harper. 2009. **Introduction to Paleobiology and the Fossil Record.** Blackwell Publishing, Chichester, West Sussex, UK.

Blackmore, S. 2007. Pollen and spores: microscopic key to understanding the earth's biodiversity. **Pl. Syst. Evol.** 263: 3-12.

Crane, P.R. 1990. The Phylogenetic Context of Microsporogenesis, pp. 11-41. *In* S. Blackmore and R. B. Knox, eds. **Microspores Evolution and Ontogeny.** Academic Press, London, UK.

Furness, C.A. and P.J. Rudall. 2004. Pollen aperture evolution – a crucial factor for eudicot success? **TRENDS in Plant Science** 9(3): 154-158.

Graham, L.E., M.E. Cook and J.S. Busse. 2000. The origin of plants: body plan changes contributing to a major evolutionary radiation. **PNAS.** 97(9): 4535–4540.

Ingrouille, M. and B. Eddie. 2006. **Plants: Evolution and Diversity**. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Kenrick, P. and P.R. Crane. 1997. The origin and early evolution of plants on land. **Nature** 389: 33-39.

Kermanee, P. 2015. A new method for crystal investigation in plants. *In* **The 9th Botanical Conference of Thailand**. May 7-9, 2015, Ambassador Hotel, Bangkok, Thailand.

Pryer, K.M., E. Schuettpelz, P.G. Wolf, H. Schneider, A.R. Smith and R. Cranfill. 2004. Phylogeny and evolution of ferns (Monilophytes) with a focus on the early Leptosporangiate divergences. **AJB**. 91(10): 1582–1598.

Simpson, M.G. 2006. **Plant Systematics**. Elsevier Academic Press, Burlington.

Department of Paleobiology, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. 2016. **The First Life on Earth**. Available Source: http://paleobiology.si.edu/geotime/main/htmlversion/archean3.html, March 1, 2016.

Wallace, S., A. Fleming, C.H. Wellman and D.J. Beerling. 2011. Evolutionary development of the plant and spore wall. **AoB PLANTS.** 27: 1-18.

Ying, C. and S.W. Graham. 2011. Inferring the higher-order phylogeny of mosses (Bryophyta) and relatives using a large, multigene plastid data set. **AJB.** 98(5): 839–849.

ศักยภาพการเจริญเติบโตของพันธุ์อินทผลัมในระยะต้นกล้า

Growth Potential of Date Palm Varieties in Young Stage

สมทบ เวทโอสถ[1*] อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์[1] อามีเนาะ สาและ[1] และสีตีอาอีเสาะ ดือเระ[1]

Somthob Wet-o-sot[1*], Issariyaporn Damrongrak[1], Aminoh Salaeh[1] and Sitiaesoh Derah[1]

บทคัดย่อ

การปลูกอินทผลัมโดยทั่วไปได้มาจากการเพาะเมล็ด เพราะเป็นวิธีที่ง่ายและใช้ต้นทุนที่ต่ำ แต่ต้นอินทผลัมที่ได้จากการเพาะเมล็ดมักไม่สม่ำเสมอทางด้านการเจริญเติบโต เนื่องจากเมล็ดที่ได้เกิดจากการผสมข้ามของดอก จึงได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของอินทผลัมที่ได้จากการเพาะเมล็ดจำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ อัจวา, บาฮี, เดกเลทนัวร์, โกไนซี่, คาลัส, เอมเบร, มัดจูล, ฮลู และมับรูม โดยปลูกต้นกล้าที่มีใบจริง 2 ใบ ในถุงดำ ในสภาพโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น พบว่า อินทผลัมพันธุ์อัจวามีความยาวใบสูงที่สุด (26.506 เซนติเมตร) ส่วนอินทผลัมพันธุ์มัดจูล มีจำนวนใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุด (8.998 ใบ/ต้น และ 2.716 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ส่วนความกว้างใบไม่มีความแตกต่างกัน

ABSTRACT

Generally, date palm was planted by seed. Because is simple practice and low cost. However, growth of the plant was usually variable, because the seed derive from cross fertilization. This experiment aimed to investigate growth of nine variety seedlings (Ajwa, Bahee, Deglet Nour, Konaizi, Kalas, Amber, Medjool, Hlooh and Mabroom). Use seedlings that had two true leaves were transplanted to plastic bag in greenhouse condition. Experiment design was completely randomize design with three plants on three replications. It found that Ajwa variety had the longest leaf (26.506 cm.). Madjool variety produced the highest number of leaf and stem diameter (8.998 leaves/plant and 2.716 mm, respectively) whereas, there was no significantly different in the leaf width among varieties.

Key Words: Growth, Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.), Young stage

*Corresponding author; e-mail address: sungai_ni@hotmail.com

[1]สาขาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000.

[1]Major of Agriculture, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, 95000.

คำนำ

อินทผลัม (*Phoenix dactylifera* L.) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียแยกต้นกัน มีโครโมโซม 2n=36 (Barrow, 1998) การขยายพันธุ์สามารถทำได้ 3 วิธี คือ ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ขยายพันธุ์โดยใช้หน่อซึ่งต้องรักษาหน่อไว้กับต้นแม่ประมาณ 3-4 ปี ถึงจะสามารถนำไปเพาะชำได้ (Burt, 2005) และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Gurevich *et al*., 2005) การขยายพันธุ์จากเมล็ด มีข้อดีคือ ขยายพันธุ์ปริมาณมากได้อย่างรวดเร็ว ข้อเสีย คือ ถ้าการจัดการไม่ดีจะมีผลต่อการงอกของเมล็ด (Berton *et al*., 2013; Shojaiefar *et a*l., 2015) การเพาะเมล็ดจะมีต้นทุนในระยะแรกต่ำกว่าวิธีอื่น แต่เนื่องจากอินทผลัมเป็นพืชที่ไม่สมบูรณ์เพศ การขยายพันธุ์โดยเมล็ดโอกาสที่จะได้ต้นตัวผู้และต้นตัวเมีย ร้อยละ 50 (Augstburger *et al*., 2002) และจะไม่สามารถทราบเพศของต้นอินทผลัมจนกว่าออกดอก และหากได้ต้นตัวเมียไปปลูก คุณภาพผลอินทผลัมก็จะไม่เหมือนกับต้นแม่ ซึ่งเมล็ดที่ได้จากการผสมข้ามถือว่าเป็นพันธุ์ลูกผสมไม่ใช่พันธุ์แท้ (Nucci *et al*., 2008; Oliveira *et al*., 2012) คุณภาพของผลอินทผลัม ขนาด หรือรสชาติอาจจะเลวลง และอาจใกล้เคียงต้นแม่พันธุ์เดิม หรือดีขึ้นก็ได้ แต่มีเพียงส่วนน้อยมากที่คุณภาพดีขึ้น ดังนั้นการปลูกด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจทดลองปลูกที่มีเงินลงทุนไม่มาก ซึ่งสามารถซื้อผลอินทผลัมมาจากตลาดทั่วไป ทั้งแบบกินผลสดและผลแห้ง เมล็ดที่ได้หลังจากการบริโภคแล้วสามารถนำไปเพาะเป็นต้นกล้า เพื่อเพาะปลูกได้ สำหรับต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดควรเพาะเลี้ยงไว้ในถุงดำจนกว่าจะออกใบขนนกประมาณ 3 – 4 ใบขึ้นไป หรือต้นกล้ามีอายุประมาณ 1 ปีเพื่อให้มีโอกาสรอดชีวิตเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ จึงสามารถย้ายลงแปลง (Naturland, 2002)

การเจริญเติบโตของต้นอินทผลัมในแต่ละช่วงอายุจะดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม ซึ่งเป็นลักษณะที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากพ่อและแม่ และปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมที่เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะในระยะต้นกล้าจำเป็นต้องดูแลรักษาเป็นอย่างดี เนื่องจากการพัฒนาของต้นกล้าในช่วงนี้อาศัยอาหารที่สะสมในเมล็ด และมีการสร้างรากแขนงจำเป็นต้องเพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตในระยะเริ่มต้น (Fageria and Baligar, 2005; Kassem, 2012)

ดังนั้นการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าเป็นปัจจัยหลักที่ควรศึกษา เพราะต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดอาจมีความแปรปรวนทางด้านพันธุกรรม เช่น การเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิต รวมทั้งมีปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ สภาพแวดล้อม ซึ่งจะมีผลให้ต้นอินทผลัมเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางด้านการเจริญเติบโต ตลอดจนการให้ผลผลิต ซึ่งพันธุ์ที่มีลักษณะที่ดีสามารถเข้ากับพื้นที่ได้ดีเช่นกัน จึงต้องมีการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นอินทผลัมในระยะต้นกล้า เพื่อเป็นองค์ความรู้ไปพัฒนาปลูกอินทผลัมให้เหมาะสมกับพื้นที่ และสามารถต่อยอดไปสู่การคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นได้เป็นอย่างดี

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเพาะเมล็ด

ใช้เมล็ดพันธุ์อินทผลัมจำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ อัจวา, บาฮี, เดกเลทนัวร์, โกไนซี่, คาลัส, เอมเบร, มัดจูล, ฮลู และมับรูม จากผู้จำหน่ายเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดที่ได้ไปแช่น้ำผสมน้ำยาเร่งราก 5 % (v/v) นาน 24 ชั่วโมง ทุก ๆ 12 ชั่วโมง เปลี่ยนน้ำ 1 ครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเน่า นำเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำ มาเพาะบนตะกร้า ขนาด 20 x 30 เซนติเมตร รองพื้นด้วยขุยมะพร้าวที่แช่น้ำให้ชุ่ม บีบน้ำออกเล็กน้อยเพื่อไม่ให้มีน้ำมากเกินไป ซึ่งจะให้เมล็ดเน่าได้

โรยลงบนกระบะเพาะ ให้สูงประมาณ 3 เซนติเมตร นำเมล็ดวางเรียงให้เป็นแถว ภายหลังเมล็ดงอกโดยสังเกตการเกิดใบจริง 2 ใบ ย้ายปลูกในถุงดำขนาด 4 x 8 เซนติเมตร ที่บรรจุดินผสมขุยมะพร้าว และปุ๋ยคอก สัดส่วน 1 : 1 : 1 นำไปวางภายใต้โรงเรือน ระยะห่างระหว่างถุง 15 เซนติเมตร รดน้ำทุกวันเช้าเย็น และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ปริมาณ 50 กรัมต่อต้น โดยใส่เดือนละ 1 ครั้ง

2. การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต

ภายหลังการย้ายปลูก 1 เดือน บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต โดยบันทึกข้อมูลดังนี้ คือ ความยาวของใบ (leaf length, LL) วัดใบแรก วัดจากโคนใบที่ติดกับลำต้นจนถึงปลายใบ ความกว้างของใบ (leaf width, LW) วัด 3 จุด คือ โคนใบ กลางใบ และปลายใบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ใช้ไม้บรรทัดที่ระดับความละเอียด 1มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (stem diameter, SDi) วัดบริเวณระดับต้นที่โผล่จากพื้นดินที่ระดับผิวดิน ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ที่ระดับความละเอียด 0.05 มิลลิเมตร และจำนวนใบ (number of leaf, NL) นับจำนวนใบต่อต้นที่มีใบกางออกเต็มที่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ทำจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตาราง ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของอินทผลัมทั้ง 9 พันธุ์ พบว่า อินทผลัมพันธุ์อัจวามีความยาวของใบสูงสุด (26.506 เซนติเมตร) เมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น ส่วนอินทผลัมพันธุ์มัดจูนมีจำนวนใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด (8.998 ใบ/ต้น และ 2.716 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ลักษณะความกว้างใบทั้ง 9 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน (Table 1) พืชในกลุ่มตระกูลปาล์มจะมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้าโดยเฉพาะส่วนของความสูงต้น เนื่องจากต้นมีการขยายขนาดความกว้างของต้นในช่วงแรก (Burt, 2005) รวมทั้งระบบการให้ปุ๋ยสำหรับอินทผลัมในระยะแรกไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตโดยเฉพาะความสูง (Al-Qurshi, 2015, Zaid, 1987)

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบของอินทผลัมจำนวน 9 พันธุ์ ในแต่ละเดือน พบว่า มีความแตกต่างเพียงเล็กน้อย แต่จะมีบางลักษณะ เช่น ความยาวใบของพันธุ์ Ajwa มีความแตกต่างจากพันธุ์อื่นอย่างชัดเจนตั้งแต่ 1 เดือนหลังย้ายปลูก (Figure 1) การเจริญเติบโตในระยะต้นกล้าอาจยังไม่มีความแตกต่างทางด้านพันธุ์ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยและฤดูกาลไม่มีผลต่อการพัฒนาของจำนวนใบแต่มีใบเพิ่มขึ้นซึ่งแสดงให้เห็นว่าฤดูกาลกับระบบการให้ปุ๋ยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอินทผลัมทั้งลำต้นและใบในระยะต้นกล้า (Al-Qurshi, 2015) แต่หากขาดธาตุโพแทสเซียมในต้นอินทผลัมที่อายุ 2 ปีขึ้นไปจะมีผลต่อการเจริญเติบโต และในอินทผลัมที่ให้ผลผลิตจะมีผลต่อการให้ผลผลิต (Shaaban and Mohmoud, 2012) ลักษณะของการเจริญเติบโตของต้นกล้าอินทผลัมที่เพาะในสภาพโรงเรือน และสภาพที่มีแสงแดดจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งต้นกล้าที่เพาะในสภาพที่ได้รับแสงแดดเต็มที่จะมีลักษณะใบสั้น ลักษณะโคนต้นจะใหญ่ ต้นกล้ามีลักษณะไม่สมบูรณ์ แต่เมื่อย้ายกล้าจะมีการเจริญเติบโตเร็ว ส่วนลักษณะต้นกล้าที่เพาะในโรงเรือนใบจะเรียวยาว สูงชะลูด และหากมีร่มเงามากเกินไปต้นจะเรียวไม่แข็งแรง โคนต้นไม่ใหญ่ และหากย้ายเปลี่ยนถุงต้องพักไว้ในโรงเรือนจนกว่าต้นจะแข็งแรง (อภิชาต และคณะ, 2556; Knowledge and Action Fostering Advances in Agriculture, 2004)

Table 1 Growth of nine varieties of date palm which 9 mouths olds (January-September 2016)

parameter / Variety	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Number of Leaf (leaf/plant)	Stem Diameter (mm)
Ajwa	26.506 a	1.452	7.752 ab	2.222 b
Amber	20.104 b	1.352	6.836 b	2.321 ab
Bahee	20.089 b	1.403	7.515 ab	2.185 b
Daglet nour	21.233 ab	1.272	7.474 ab	2.630 ab
Hlooh	23.539 ab	1.468	8.322 ab	2.457 ab
Kalas	21.223 ab	1.390	8.069 ab	2.568 ab
Konaizi	21.430 ab	1.354	7.800 ab	2.556 ab
Mabroom	19.205 b	1.532	8.052 ab	2.543 ab
Majdool	17.940 b	1.456	8.998 a	2.716 a
Mean	21.252	1.409	7.869	2.466
F-test	**	ns	*	**
CV (%)	18.550	17.610	15.330	13.020

**,* Significantly different at 0.01, 0.05 respectively, ns = not significant different

Means in the same column with the letters are not significant different at $p<0.05$ by DMRT

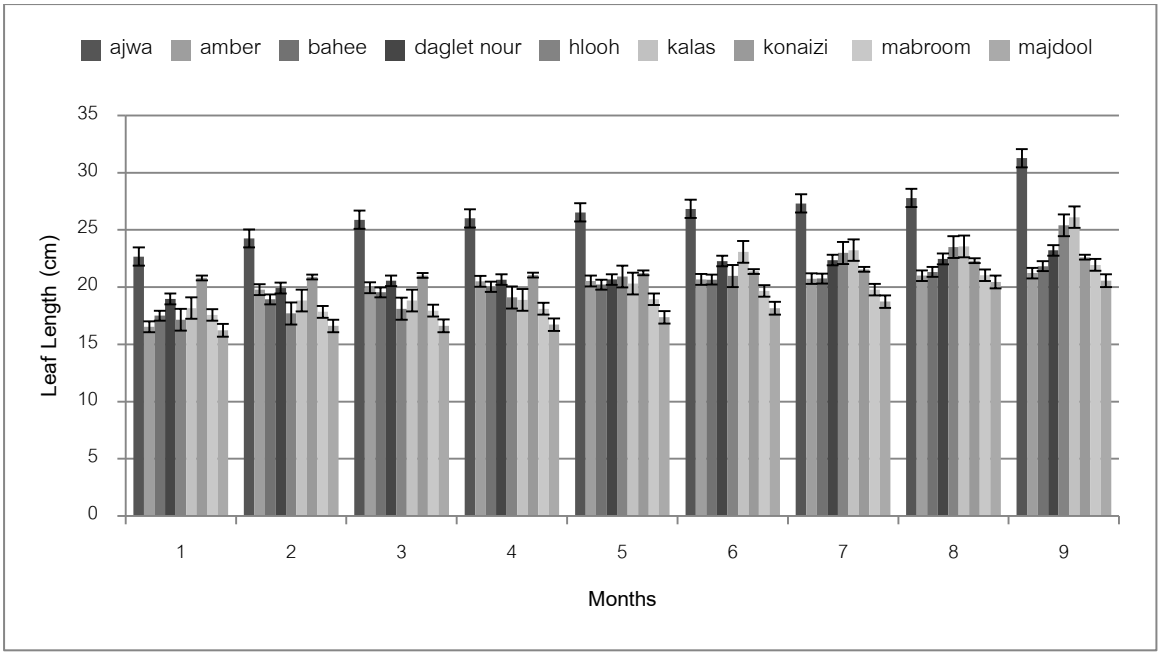


Figure 1 Leaf length on date palm at 9 months from 9 varieties (January-September 2016)

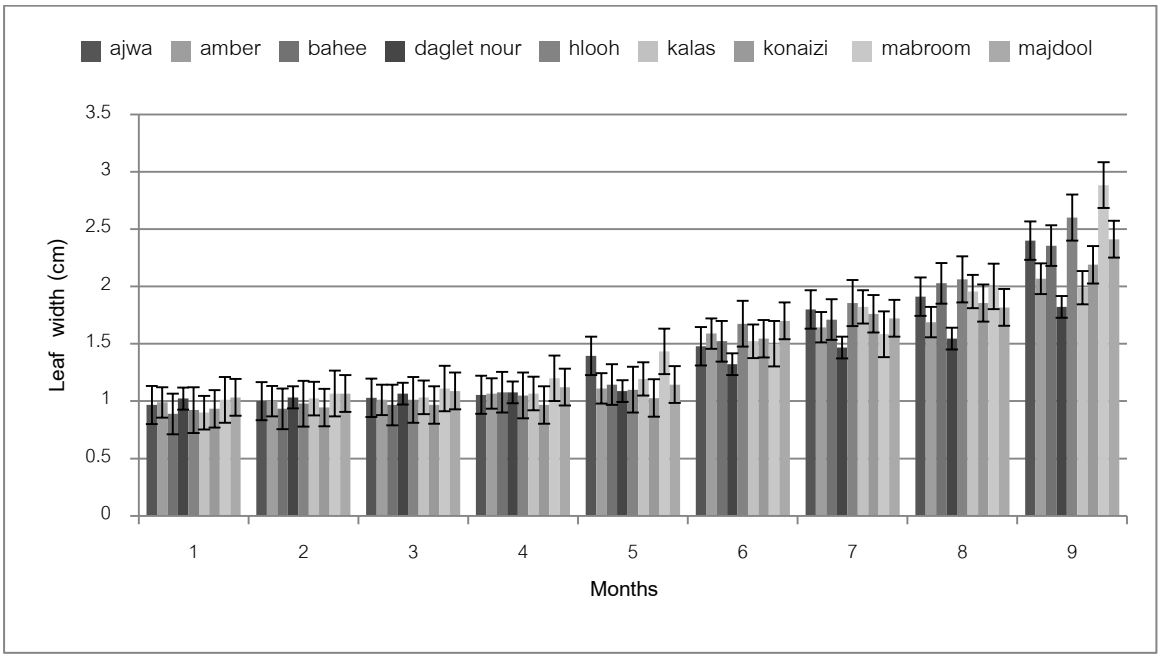


Figure 2 Leaf width on date palm at 9 months from 9 varieties (January-September 2016)

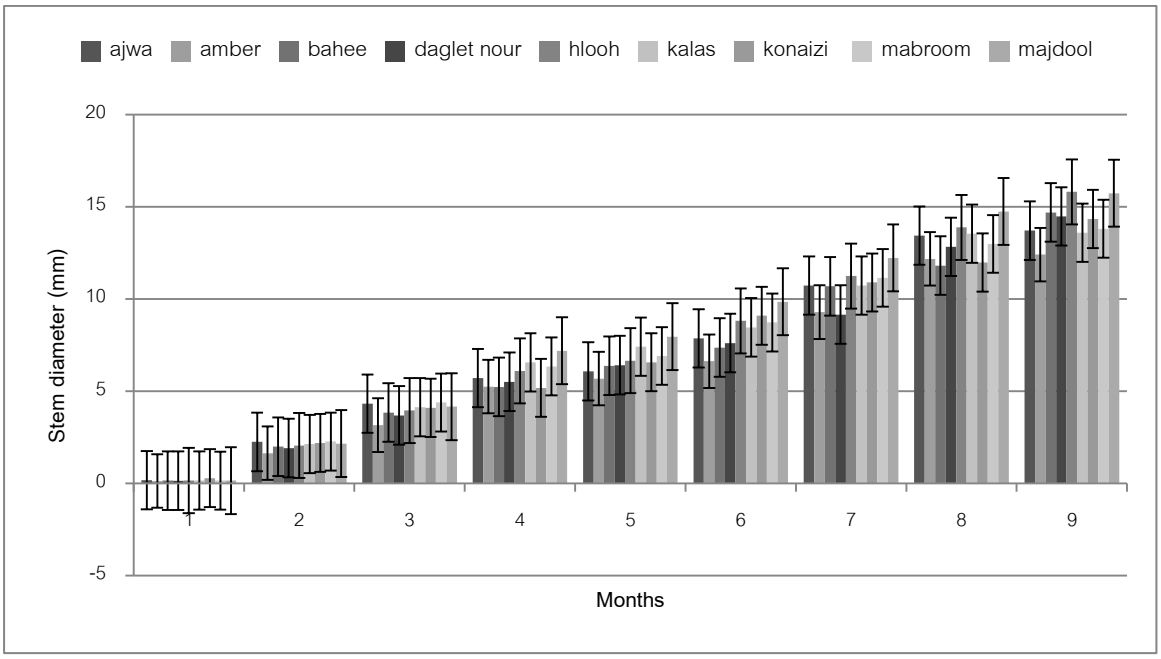


Figure 3 Stem diameter on date palm at 9 months from 9 varieties (January-September 2016)

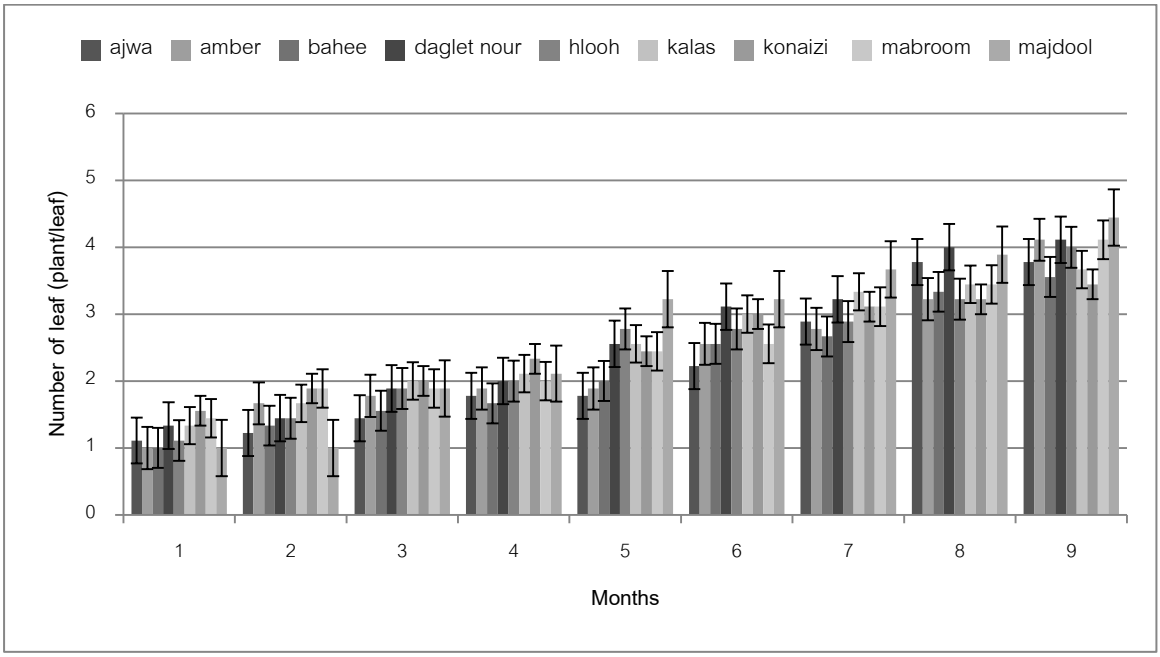


Figure 4 Number of leaf on date palm at 9 months from 9 varieties (January-September 2016)

สรุป

อินทผลัมที่ได้จากการเพาะเมล็ดทั้ง 9 พันธุ์ มีลักษณะของความยาวใบ จำนวนใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่แตกต่างกัน ในขณะที่ความกว้างใบไม่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตในแต่ละเดือนจะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ยกเว้นความกว้างของอินทผลัมพันธุ์อัจวาที่มากกว่าพันธุ์อื่นตั้งแต่เดือนแรก โดยการเจริญเติบโตในช่วงต้นกล้าของอินทผลัมไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจน จึงต้องมีการศึกษาจนให้ผลผลิต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษาปี 2559 คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

อภิชาต ศรีสะอาด, เกรียงไกร ยอดชมพู, ดนยา อัมภากรสิริ. 2556. **แนวทาง...และแบบอย่างการขยายพันธุ์ & เพาะปลูกอินทผลัม...เงินล้าน**. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : นาคา อินเตอร์มีเดีย.

Al-Qurshi, A.D., M.A. Awad and S. Ismail. 2015. Growth, yield, fruit quality and nutrient uptake of tissue culture-regenerated 'Barhee' date palms grown in a newly established orchard as affected by NPK fertigation. **Scientia Horticulturae** 184: 114-122.

Barrow, S.C. 1998. Amonograph of *Phoenix* L. (Palmae: Coryphoideae). **Kew Bul** 53: 517-575.

Berton, L.H.C., J.A.D.A. Filho, W.J. Siqueira and C.A. Colombo. 2013. Seed germination and estimates of genetic parameters of promising macaw palm (*Acrocomia aculeate*) progenies for biofuel production. **Industrial Crops and Products** 51: 258-266.

Burt, J. 2005. Growing of date palms in Western Australia. **Department of Agriculture and Food** 55-99.

Fageria, N.K. and V.C. Baligar. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy** 88: 97-185.

Gurevich, V., U. Lavi and Y. Cohen. 2005. Genetic variation in date palm propagated from offshoots and tissue culture. **The Journal of American Society for Horticultural Science** 130: 46-53.

Kassem H.A. 2012.The response of date palm to calcareous soil fertilization. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition** 12: 45-48.

Knowledge and Action Fostering Advances in Agriculture. 2004. Date Palm Trees Nursery. **Submitted by the Academy for Educational Development, May 2004.**

Naturland. 2002. Date palm. **Organic Farming in the Tropics and Subtropics Exemplary Description of 20 Crops** 1-19.

Nucci, S.M., J.A. Azevedo-Filho, C.A. Colombo, R.H. Priolli and M.I. Zucchi. 2008. Development and characterization of microsatellites markers from the macaw. **Molecular Ecology Resources** 8: 224–226.

Oliveira, D.A., A.F. Melo-Júnior, M.M. Brandão and L.A. Rodrigues. 2012. Genetic diversity in populations of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae) in the northern region of Minas Gerais, Brazil. **Genetic and molecular research** 11: 531–538.

Shaaban, S.H.A. and M.S. Mohmoud. 2012. Nutritional evaluation of some date palm (*Phoenix Dactylifera* L.) cultivars grown under Egyption conditions. **Journal of American Science** 8: 135-139.

Shojaiefar, S., A. Mirlohi, M.R. Sabzalian and H. Yaghini. Yield and essential oil content of fennel influenced by genetic variation and genotype x year interaction. **Industrial Crops and Products** 71: 97-105

Zaid, A. 1987. Branching phenomenon in date palm. **Date Palm Journal** 5: 48-58.

ศักยภาพของราก่อโรคแมลง *Beauveria bassiana* และรา *Metarhizium anisopliae* ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita*

Potential of Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on Controlling Root-knot Nematodes, *Meloidogyne incognita*

อาภรณ์ ปั้นทองคำ[1*], อนงค์นุช สาสนรักกิจ[1] และ อรอุมา เพียซ้าย [1]

Arporn Puntongkham[1*] Anongnuch Sasnarukkit[1] and Onuma Piasai[1]

บทคัดย่อ

ศักยภาพของราก่อโรคแมลง 2 ชนิด คือ *Beauveria bassiana* และรา *Metarhizium anisopliae* ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในห้องปฏิบัติการโดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเข้าทำลายกลุ่มไข่ ไข่ และตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปมกับ Biological control agent 2 ชนิด ได้แก่ เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* และเชื้อรา *Trichoderma harzianum* พบว่าเชื้อรา *B. bassiana* สามารถเข้าทำลายไข่ และ J2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คิดเป็น 99% และ 81.5% ตามลำดับ เชื้อรา *M. anisopliae* สามารถเข้าทำลายไข่ และ J2 ได้ 98.8% และ 79.9% ตามลำดับ โดยเชื้อราทั้งสองชนิดสามารถเข้าทำลายกลุ่มไข่ได้มากกว่า 50% ส่วนเชื้อรา *P. lilacinus* สามารถเข้าทำลายไข่ และกลุ่มไข่ได้ 99% และ 90% ตามลำดับ แต่ไม่มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลาย J2 เชื้อรา *T. harzianum* สามารถเข้าทำลายกลุ่มไข่ และไข่ได้ 40% และ 1.85% ตามลำดับ แต่ไม่สามารถเข้าทำลาย J2 ได้ ดังนั้น เชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* ซึ่งเป็นเชื้อราสาเหตุโรคแมลงสามารถนำมาใช้ศึกษาต่อเพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงเกษตรกรต่อไป

ABSTRACT

The potential of two entomopathogenic fungi (EPF), *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to control root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* was assessed in laboratory. The efficacy of fungi to control egg masses, eggs and second-stage juveniles (J2) of *M. incognita* were compared with two biological control agents, *Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma harzianum*. The results showed that *B. bassiana* could infect the eggs and J2 effectively at 99% and 81.5%, respectively. *Metarhizium anisopliae* effectively infected eggs and J2 at 98.8% and 79.9%, respectively. Both fungi were pathogenic to egg masses more than 50%. *P. lilacinus* could destroy eggs and egg masses at 99% and 90%, respectively. *Trichoderma harzianum* attacked egg masses and eggs but not infected J2. These results may suggest that both fungi have potential to further investigation for control root-knot nematodes, *M. incognita* under farmer field conditions.

Keywords: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae, Meloidogyne incognita*, entomopathogenic fungi

* Corresponding Author; e-mail address: ma_joy_gun@hotmail.com

[1] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

[1] Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University

คำนำ

ศัตรูพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในดิน ได้แก่ ไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) ซึ่งมีความสำคัญมากที่สุดในบรรดาไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่พบการระบาด โดยทำให้ผลผลิตพืชลดลงเนื่องจากไส้เดือนฝอยเข้าทำลายพืชโดยตรง ทำให้รูปร่างผิดปกติและเป็นการเปิดแผลนำทางให้เชื้อสาเหตุโรคพืชอื่นๆ เข้าทำลายซ้ำ ไส้เดือนฝอยรากปมระบาดได้ดีในดินร่วนปนทราย สามารถทำลายพืชได้ทั้ง พืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ พืชไร่ ไม้ผล และวัชพืช พืชที่ถูกทำลายมีรากบวมพอง เป็นปุ่มปม (root knot) ไม่เป็นระเบียบและกุดสั้น ท่อลำเลียงน้ำและอาหารอุดตัน ส่งผลทำให้พืชมีอาการแคระแกร็น ผลผลิตลดลง หรือตายในที่สุด (ยุวดี และอรุณรัตน์, 2552) เช่น พริกที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี มีรายงานความเสียหายของโรครากปมในพริกทำให้ผลผลิตลดลง 50-100 % (ยุวดี และอรุณรัตน์, 2552) หรือโรครากปมมันสำปะหลังที่ปลูกกันอย่างกว้างขวางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มันสำปะหลังที่ถูกทำลาย ไม่สามารถสะสมอาหารที่หัวมันได้ มันสำปะหลังไม่ลงหัว หรือหัวไม่พัฒนา (หทัยชนก และภาสกร, 2555) ไส้เดือนฝอยรากปมดูดกินพืชอยู่ภายในเนื้อเยื่อพืช (endoparasite) การควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แสงแดด การปล่อยน้ำท่วมขัง แต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากทำได้ยาก มีค่าใช้จ่ายสูง และต้องใช้เวลานาน การใช้พันธุ์ต้านทาน การปลูกพืชหมุนเวียนซึ่งใช้ไม่ค่อยได้ผลกับไส้เดือนฝอยรากปม เนื่องจากมีพืชอาศัยกว้างมาก (คมกฤช, 2539) รวมไปถึงการใช้สารเคมีกำจัดไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (nematicides) โดยตรงมีไม่มากนัก ที่ใช้กันอยู่ส่วนใหญ่เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น สารกำจัดแมลงอัลดิคาร์บ คาร์โบฟูราน ออกซามิล เป็นต้น (สืบศักดิ์, 2541) ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกและให้ประสิทธิภาพสูง แต่ต้นทุนการผลิตพืชก็สูงตามไปด้วยพร้อมทั้งส่งผลกระทบตามมาในเรื่องสารพิษตกค้างในระบบนิเวศน์ แนวคิดการใช้จุลินทรีย์ควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืช เริ่มจากการที่ในปี ค.ศ. 1877 นักไส้เดือนฝอยชาวเยอรมัน สังเกตเห็นเชื้อราบางชนิดขึ้นอยู่กับไข่หรือ cyst ของไส้เดือนฝอย *Heterodera* sp. หลังจากนั้นมีผู้พบเชื้อราที่ทำลายไส้เดือนฝอยอีกหลายชนิด เช่น *Arthrobotrys digosporra*, *Cylindrocarpon destructans*, *Metarhizium anisopliae* และ *Entomophthora* spp. (คมกฤช, 2539)

ปัจจุบันมีการใช้เชื้อราควบคุมแมลงศัตรูพืชทดแทนการใช้สารเคมีกันอย่างแพร่หลาย เชื้อราที่ใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชที่เกษตรกรรู้จักและสามารถผลิตใช้เองได้ ได้แก่ เชื้อรา *Beauveria bassiana* และเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* เชื้อราทั้งสองชนิดนี้สามารถอาศัยอยู่ในดิน และ ใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชกับพืชผลทางการเกษตรได้หลายชนิด เช่น ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชผัก (วิวัฒน์ และคณะ, 2551ก, 2551ข) กรมส่งเสริมการเกษตร ส่งเสริมให้ใช้เชื้อราขาว *B. bassiana* และเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิด ได้แก่ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2554) ซึ่งเชื้อรามีประสิทธิภาพดีในการควบคุมศัตรูพืชดังกล่าว รายงานของศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ พบว่าเชื้อราขาว *B. bassiana* สามารถเข้าทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าว มอดเจาะเมล็ดกาแฟ ด้วงเจาะลำต้นกาแฟ แมลงดำหนามมะพร้าว แมลงค่อมทอง และ หนอนเจาะลำต้นทุเรียน (วิวัฒน์ และคณะ, 2551ก) เชื้อราเขียว *M. anisopliae* สามารถเข้าทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าว มอดเจาะเมล็ดกาแฟ ด้วงเจาะลำต้นกาแฟ แมลงดำหนามมะพร้าว หนอนเจาะลำต้นทุเรียน และด้วงหนวดยาวเจาะลำต้นอ้อย (วิวัฒน์

และคณะ, 2551ข) ซึ่งแม้จะเป็นวิธีการควบคุมที่ได้ผลช้า แต่ให้ผลในการควบคุมอย่างยั่งยืน และที่สำคัญปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งมนุษย์มากกว่าการใช้สารเคมี

จากความสามารถในการเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชของเชื้อราขาว *B. bassiana* และเชื้อราเขียว *M. anisopliae* จึงเกิดความสนใจในการศึกษาศักยภาพของราแมลง *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ทดแทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และทำหน้าที่เป็นเสมือนสารเคมีกำจัดไส้เดือนฝอยศัตรูพืช เพื่อเป็นแนวทางลดการใช้สารเคมี นำไปสู่การทำเกษตรอินทรีย์เพื่อให้ได้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์แห่งประเทศไทย (Organic Agriculture Thailand) ที่กำหนดโดยสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Organic Agriculture Movements, IFOAM) ให้เกษตรกรสามารถพึ่งตนเองได้ ตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* เพื่อใช้ในการทดลอง

เพิ่มปริมาณไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ไอโซเลทด่านขุนทด โดยนำรากปมที่เกิดจาก *M. incognita* มาหั่นเป็นชิ้นเล็กขนาด 2 เซนติเมตร แล้วนำไปใส่บริเวณโคนรากกระเจี๊ยบเขียว (Okra; *Abelmoschus esculentus* (Linn.) Moench) ที่ปลูกในดินอบฆ่าเชื้อ ดูแลรักษากระเจี๊ยบเขียวโดยรดน้ำทุกวัน หลังจากนั้น 60 วัน จนเห็นกลุ่มไข่สีน้ำตาลที่บริเวณปมรากพืช จึงนำไส้เดือนฝอยรากปมที่ต้องการมาทดสอบต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพการทำลายไข่ กลุ่มไข่ และตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ของเชื้อรา *Beauveria bassiana* (ไอโซเลทศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ) และเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (ไอโซเลทศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ) เปรียบเทียบกับเชื้อราปฏิปักษ์ *Paecilomyces lilacinus* ที่แยกได้จากกลุ่มไข่ของ *M. incognita* ในห้องปฏิบัติการ และเชื้อรา *Trichoderma harzianum* (สายพันธุ์การค้าของคลินิกโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน) ในห้องปฏิบัติการ

<u>ทดสอบกับกลุ่มไข่</u> นำรากกระเจี๊ยบเขียวที่เกิดปม มาเขี่ยกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยออกจากราก โดยนำกลุ่มไข่ฆ่าเชื้ออื่นๆ ที่ผิวโดยนำมาแช่ใน 0.1% โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) นาน 2 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาดนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที (คมกฤช, 2539) แล้วนำกลุ่มไข่ที่ได้ วางบน WA (water agar 0.8% ที่ใส่ streptomycin 0.2 กรัมต่อลิตร) โดยวางกลุ่มไข่ 3 กลุ่มต่อจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

<u>ทดสอบกับไข่</u> ฆ่าเชื้อภายนอกโดยนำกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยแช่ในโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) 0.1% พร้อมทั้งเขย่านาน 3 นาที เพื่อละลายเมือกหุ้มถุงไข่ ล้างด้วยน้ำสะอาดนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที แล้วนำไปวางบนอาหาร WA โดยวางไข่ 200 ฟอง ต่อจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

<u>ทดสอบกับตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2)</u> นำไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 มาฆ่าเชื้อโดยใช้ streptomycin sulfate 0.1% จำนวน 100 ตัว โดยวางบน WA ในจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

เชื้อรา *B. bassiana* เชื้อรา *M. anisopliae* (ได้จากศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ) และเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ชนิดอื่นที่ใช้ควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ได้แก่ เชื้อรา *Paecilomyces*

lilacinus (ที่แยกได้จากกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม) และเชื้อรา *Trichoderma harzianum* (ได้จากคลินิกโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน) โดยใช้ spore suspension ของเชื้อราแต่ละชนิดความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ห่างจากกลุ่มไข่ ไข่ และตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) 0.5 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ (plate) ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ spore suspension ของเชื้อรา (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ spore suspension ของเชื้อรา *B. bassiana*

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ spore suspension ของเชื้อรา *M. anisopliae*

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ spore suspension ของเชื้อรา *P. lilacinus*

กรรมวิธีที่ 5 ใส่ spore suspension ของเชื้อรา *T. harzianum*

เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตและบันทึกการเข้าทำลายของเชื้อราในกลุ่มไข่ และไข่ บันทึกการตายของตัวอ่อนระยะที่ 2 ทุกวัน เป็นระยะเวลา 10 วัน โดยวิธีการคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของเชื้อราที่ทดสอบและเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนระยะที่ 2 เปรียบเทียบการเข้าทำลายไส้เดือนฝอยรากปมของเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* กับเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ 2 ชนิด คือ เชื้อรา *P. lilacinus* และเชื้อรา *T. harzianum* เปรียบเทียบสถิติโดย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพการทำลายไข่ กลุ่มไข่ และตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ของเชื้อรา *Beauveria bassiana* และเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* เปรียบเทียบกับเชื้อราปฏิปักษ์ *Paecilomyces lilacinus* และ *Trichoderma harzianum* ในห้องปฏิบัติการ

ประสิทธิภาพของเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* ในการเข้าทำลาย กลุ่มไข่ ไข่ และตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับเชื้อรา *P. lilacinus* เป็นเชื้อราที่ใช้ควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม และเชื้อรา *T. harzianum* เป็นเชื้อราที่ใช้ควบคุมโรคพืช พบว่า เชื้อรา *P. lilacinus* สามารถเข้าทำลายกลุ่มไข่ได้ดีกว่าเชื้อรา *B. bassiana*, *M. anisopliae* และ *T. harzianum* สามารถเข้าทำลายได้ 90%, 63.34%, 50% และ 40% ตามลำดับ เชื้อรา *B. bassiana*, *M. anisopliae* และ *P. lilacinus* มีความสามารถในการเข้าทำลายไข่ไส้เดือนฝอยรากปมได้ 99%, 98.8% และ 99% ตามลำดับ ส่วนเชื้อรา *T. harzianum* เข้าทำลายไข่ไส้เดือนฝอยรากปมได้เพียง 1.85% เชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* สามารถเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ได้ 81.5% และ 79.9% ตามลำดับ ส่วนเชื้อรา *P. lilacinus* สามารถเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ได้เพียง 8.2% และเชื้อรา *T. harzianum* ไม่สามารถเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ได้ (Table 1) เมื่อเชื้อราเข้าทำลายกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมเส้นใยของเชื้อราจะขึ้นปกคลุมกลุ่มไข่ และมีเส้นใยของเชื้อราแทงออกมาจากผิวของกลุ่มไข่ (Figure1) เชื้อราเข้าทำลายไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมโดยมีเส้นใยของเชื้อราเจริญออกจากไข่ของไส้เดือนฝอย (Figure 2) ส่วนตัวอ่อนระยะที่ 2 เมื่อถูกเชื้อราเข้าทำลายจะเห็นเส้นใยของเชื้อราแทงผ่านผนังลำตัวของไส้เดือนฝอยรากปม (Figure 3) คมกฤช (2539) รายงานว่าการใช้ spore suspension ของเชื้อรา *P. lilacinus* สามารถเข้าทำลายไข่ไส้เดือนฝอยรากปมได้ถึง 96.17 -99.84% ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้เส้นใย เชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* ไอโซเลท YT 008 สามารถเข้าทำลายไข่

ไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* (MI) ได้ 97.4 เปอร์เซ็นต์ในห้องปฏิบัติการ (ยุวดี และอรุณรัตน์, 2552) ภารตี และคณะ (2556) รายงานว่าเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulate*, *M. anisopliae* และเชื้อรา *B. bassiana* สามารถเข้าทำลายกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมได้ดี ชี้ให้เห็นว่าเชื้อราสาเหตุโรคแมลง คือเชื้อรา *M. anisopliae* และเชื้อรา *B. bassiana* มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่แสดงให้เห็นว่าเชื้อราสาเหตุโรคแมลงทั้งสองชนิดสามารถเข้าทำลายกลุ่มไข่ ไข่ และตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมได้ การควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมให้มีประสิทธิภาพควรใช้เชื้อรา *B. bassiana* หรือ *M. anisopliae* ร่วมกับ *P. lilacinus* เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายไส้เดือนฝอยรากปมต่างระยะกัน การใช้เชื้อรา *B. bassiana* หรือ *M. anisopliae* ชนิดเดียวไม่เพียงพอ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการเบื้องต้นจึงต้องทำการศึกษาประสิทธิภาพการนำเชื้อราไปใช้ในแปลงทดลองต่อไป

Table 1 The ability of 4 fungus, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma harzianum* on mortality of root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* within 10 days

Fungi	Nematode mortality (%)		
	Egg masses (%)	Eggs (%)	J2 (%)
B. bassiana	$63.34^{b} \pm 18.92$	$99.0^{a} \pm 1.33$	$81.5^{a} \pm 6.65$
M. anisopliae	$50.00^{bc} \pm 17.57$	$98.8^{a} \pm 1.26$	$79.9^{a} \pm 4.01$
P. lilacinus	$90.00^{a} \pm 16.10$	$99.0^{a} \pm 1.15$	$8.2^{b} \pm 2.20$
T. harzianum	$40.00^{c} \pm 14.05$	$1.85^{b} \pm 1.33$	$0.0^{c} \pm 0.0$
Control	$0.0^{d} \pm 0.0$	$0.0^{c} \pm 0.0$	$0.0^{c} \pm 0.0$

[a] Means within a column under each factor, followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by DMRT. (P>0.05)

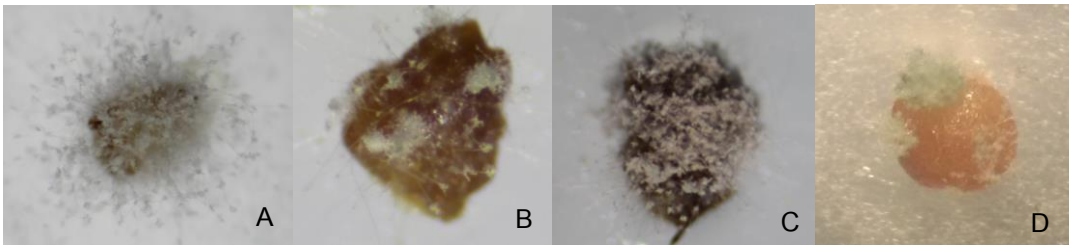


Figure 1 Root-knot nematode egg mass was infected by fungi (A) *Beauveria bassiana* (B) *Metarhizium anisopliae* (C) *Paecilomyces lilacinus* and (D) *Trichoderma harzianum*

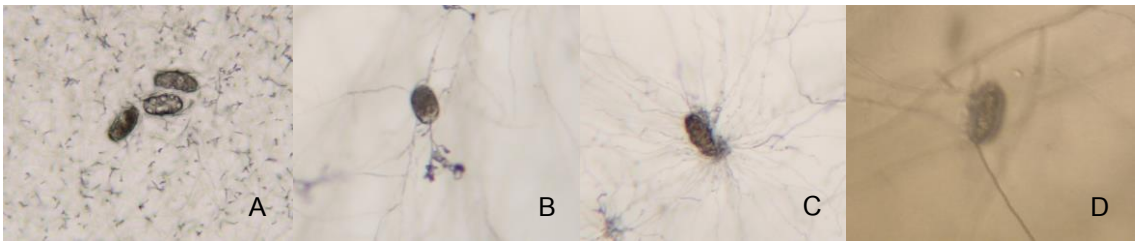


Figure 2 Root-knot nematode egg was infected by fungi (A) *Beauveria bassiana* (B) *Metarhizium anisopliae* (C) *Paecilomyces lilacinus* and (D) *Trichoderma harzianum*

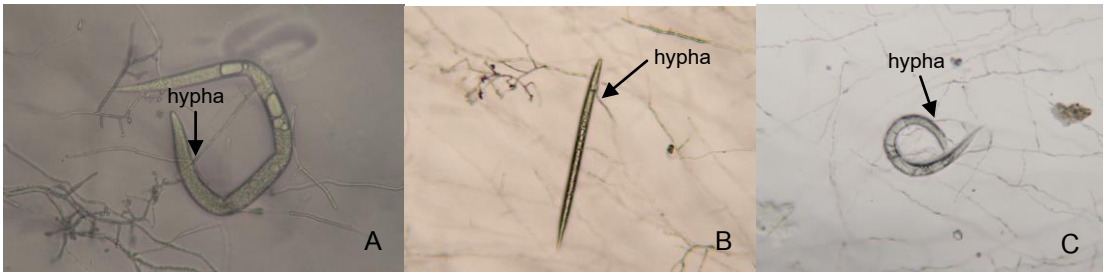


Figure 3 Second-stage juvenile of root-knot nematode was infected by fungi (A) *Beauveria bassiana* (B) *Metarhizium anisopliae* and (C) *Paecilomyces lilacinus*

สรุป

เชื้อรา *Beauveria bassiana* และเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* สามารถเข้าทำลายไข่ และตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเชื้อราทั้ง 2 ชนิด สามารถเข้าทำลายกลุ่มไข่ได้มากกว่า 50% เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* สามารถเข้าทำลายกลุ่มไข่ และไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ไม่มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สามารถเข้าทำลายกลุ่มไข่ และไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมได้ แต่ไม่สามารถเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ได้ ดังนั้นเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* ซึ่งเป็นเชื้อราสาเหตุโรคแมลง มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในห้องปฏิบัติการได้ และสามารถนำไปศึกษาการควบคุมไส้เดือนฝอยต่อในแปลงทดลองและในแปลงเกษตรกรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนในการวิจัย ประเภททุนบัณฑิตศึกษา ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบคุณศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ (National Biological Control Research Center, NBCRC) ที่ให้เชื้อรา สนับสนุนเครื่องมือ และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. **เอกสารวิชาการ เรื่อง บิวเวอเรีย *Beauveria bassiana***. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ.

คมกฤช เพียภูเขียว. 2539. **ประสิทธิภาพของการผสมสายพันธุ์เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* ต่อการเข้าทำลายไข่ไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภารตี ศรีลาศักดิ์, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และ ศิวิลัย สิริมังคารัตน์. 2556. การทดสอบการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อราต่อกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* Chitwood และกิจกรรมเอนไซม์ย่อยสลาย. **แก่นเกษตร** 41(1). 226 – 231.

ยุวดี ชูประภาวรรณ และ อรุณรัตน์ อนันตทัศน์. 2552. ประสิทธิภาพเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* ต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita*. *ใน* **การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 9**, จังหวัดอุบลราชธานี.

วิวัฒน์ เสือสะอาด, พิมพรรณ สมมาตย์, ปวีณา บูชาเทียน, อาภรณ์ ปั้นทองคำ และ รัตติรส เชียงสิน. 2551ก. ประสิทธิภาพเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ในการเข้าทำลายหนอนด้วงหนวดยาวเจาะลำต้นอ้อย *Dorysthenes buqueti* Guerin (Coleoptera: Cerambycediae) ในห้องปฏิบัติการ. น. 115-160, *ใน* **การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 46 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. สาขาพืช. กรุงเทพฯ.

_____, _____, _____, _____, _____. 2551ข. การประเมินประสิทธิภาพของเชื้อราขาว *Beauveria bassiana* ในการเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจ, น. 161-168. *ใน* **การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 46 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. สาขาพืช. กรุงเทพฯ.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2541. **ไส้เดือนฝอยศัตรูพืชโรคและการจัดการ**. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพฯ.

หทัยชนก นันทพานิช และ ภาสกร นันทพานิช. 2555. **รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านในการกำจัดไส้เดือนฝอยสาเหตุของโรครากปมในพริก**. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

อิทธิพลของพันธุ์/สายพันธุ์กระถินยักษ์ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแทนนิน สำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Effect of Lines/Varieties of Giant Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) on Growth, Herbage Yield and Tannin Content for Ruminant Feed

กิตติธัช ทัพวงศ์[1] ธเนศ สุวดิษฐ[1] ทรงยศ โชติชุติมา[1*] และ สายัณห์ ทัดศรี[1]

Kittituch Thupwong[1], Thanet Suwadit[1], Songyos Chotchutima[1*] and Sayan Tudsri[1]

บทคัดย่อ

งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิตอาหารหยาบ และปริมาณแทนนินของกระถินยักษ์ 5 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เปรู คันนิ่งแฮม และทารัมบ้า สายพันธุ์ 4/14 และ 5/7 เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ และใช้ระยะปลูก 1×0.5 และขนาดแปลงย่อย 3.5 × 4 เมตร ทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา ผลการทดลองพบว่ากระถินยักษ์ทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์ สามารถเจริญเติบโตได้เร็วหลังการตัดในช่วงฤดูฝน ซึ่งจากการตัดทั้ง 3 ครั้ง มีความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 136 - 333 เซนติเมตร และจำนวนหน่ออยู่ระหว่าง 9-18 หน่อต่อต้น โดยจากการตัดทั้ง 3 ครั้ง กระถินยักษ์สายพันธุ์ 4/14 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งใบและชีวมวลรวมเท่ากับ 1,382 และ 3,225 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์เปรู คันนิ่งแฮม และสายพันธุ์ 5/7 สัดส่วนใบ:ต้น และปริมาณแทนนินไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกระถินยักษ์ 5 พันธุ์/สายพันธุ์

ABSTRACT

The aims of this study were to compare the growth, herbage yield and tannin content in five varieties/lines of *Leucaena leucocephala* (Tarramba, Peru, Cunningham, 4/14 and 5/7). A randomized complete block design (RCBD) was used with 5 replications and spacing was 1×0.5 m and pot size was 3.5 × 4 m. The experiment was conducted at National Corn and Sorghum Research Center, Nakhon Ratchasima. The results showed that five varieties/lines of leucaena showed rapidly regrowth after harvesting during rainy season, which exhibited average plant height in the rage of 136-333 cm and 9-18 sprout/stump during 3 times of harvesting. Line 4/14 showed higher leaf dry weight and total biomass (1,382 and 3,225kg/rai, respectively) than Peru, Cunningham and line 5/7. For the leaf:stem ratio and tannin content, there were no significant differences among varieties/lines.

Keywords: Giant leucaena, tannin, ruminant

*Corresponding author; e-mail address: **fagrsyc@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, KasetsartUniversity, Chatuchak, Bangkok 10900

คำนำ

กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) เป็นพืชตระกูลถั่วยืนต้นเขตร้อน (Tropical forage tree legumes) จัดอยู่ในวงศ์ Leguminosae สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมปกติ และทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดี เช่น สภาพวะแล้ง และสภาพดินกรดซึ่งสามารถทนได้ถึง pH 5.0 แต่เจริญเติบโตไม่ดีที่ความสูง 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล (เฉลิมพล, 2530) ผลผลิตของกระถินมีความผันแปรมากขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝน (Hill, 1971)

กระถินที่มีคุณค่าทางอาหารและความน่ากินสูง (Jones, 1979) จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ (Brewbaker *et al.,* 1985) และเป็นพืชอาหารสัตว์เขตร้อนที่มีองค์ประกอบทางเคมีสูงเทียบเท่ากับถั่วเขตหนาวจำพวก lucerne (*Medicago sativa)* และ white clover (*Trifolium repens*) โดยเฉพาะโปรตีนที่มีสูงถึง 17-24 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง มีปริมาณเยื่อใยต่ำ นอกจากนี้กระถินยังมีเบต้าแคโรทีนซึ่งเป็นแหล่งของวิตามินเอ และสารแซนโทฟิลล์ (อุทัย, 2526) ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidance) และแร่ธาตุในระดับสูง เช่น ทองแดง เหล็ก สังกะสี แมงกานิส เป็นต้น (Garcia *et al*., 1996)

สารแทนนินพบในพืชอาหารสัตว์หลายชนิด โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว เช่น กระถิน แค มะขามเทศ สารแทนนินจะขัดขวางการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในสัตว์กระเพาะเดี่ยว เนื่องจากแทนนินมีคุณสมบัติจับตัวกับโปรตีนได้อย่างเหนียวแน่น (กฤษฎา, ม.ป.ป) พืชจะสร้างแทนนินเพื่อป้องกันตัวเองจากการถูกทำลายจากเชื้อโรค แมลง และสัตว์กินพืชตามธรรมชาติ จากการศึกษาของ Molan *et al*. (2000); Butter *et al.* (2001) และ Max *et al.* (2002) พบว่าสารแทนนินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ สารแทนนินที่พบในพืชอาหารสัตว์แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ hydrolysable tannin และ condensed tannin (Makkar and Becker, 1994; Min and Hart, 2003) โดย condensed tannins มีบทบาทต่อเมแทบอลิซึมของโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

กระถินยักษ์มีหลากหลายสายพันธุ์ซึ่งมีความสามารถฟื้นตัว ปริมาณผลผลิต และปริมาณแทนนินที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพอาหารหยาบ จึงควรมีการคัดเลือกพันธุ์/สายพันธุ์ของกระถินยักษ์ที่ความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยประเมินการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแทนนินในกระถินพันธุ์การค้าและสายพันธุ์ลูกผสมจำนวนทั้งหมด 5 พันธุ์/สายพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

งานทดลองนี้เป็นงานวิจัยต่อเนื่องของกานต์รวี (2554) ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 ซ้ำ ประกอบไปด้วยกระถิน 5 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ ทารัมบ้า คันนิ่งแฮม เปรู 4/14 และ 5/7 ใช้ระยะปลูก 1×0.5 เมตร ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 0-46-0 และสูตร 0-0-60 อัตราสูตรละ 30 กิโลกรัมต่อไร่หลังการตัดทั้ง 3 ครั้ง ทดลอง ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระยะเวลาในการทดลองตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2558 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2559

เก็บข้อมูลกระถินที่อายุทุก 4 เดือนหลังการตัด (กุมภาพันธ์ 2558) โดยเก็บทั้งหมด 3 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 (27 มิถุนายน 2558) ครั้งที่ 2 (7 พฤศจิกายน 2558) และครั้งที่ 3 (20 กุมภาพันธ์ 2558) โดยตัดที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน ข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ 1) ความสูง โดยวัดความสูงจากตอกระถิน (จุดเจริญ) ถึงปลายยอดที่สูงที่สุดของต้นกระถิน สุ่มวัดจำนวน 6 ต้นต่อ 1 แปลงย่อย 2) นับจำนวนหน่อเฉพาะหน่อสีเขียวที่มีชีวิตอยู่บนต้นหลัก โดยสุ่มนับกระถินจำนวน 6 ต้นต่อ 1 แปลงย่อยเช่นเดียวกับความสูง 3) ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ ข้อมูลผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 3.1)ใบ (edible yield) (ลำต้น+กิ่งก้าน) โดยเมื่อตัดต้นกระถินแล้วจึงแยกส่วนของใบและส่วนปลายกิ่งที่มีสีเขียวออก (นำไปรวมกับส่วนใบ) 3.2)

ลำต้น เก็บกิ่งส่วนที่เหลือที่เป็นสีน้ำตาลและลำต้นหลังจากแยกส่วนใบและยอดที่มีสีเขียวออกเพื่อเก็บข้อมูลน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง และ 4) สกัดแทนนิน โดยสุ่มตัวอย่างใบที่อบแห้งจำนวน 200 กรัมจากแต่ละพันธุ์ในแต่ละซ้ำ มาบดหาปริมาณแทนนิน โดยใช้วิธีดัดแปลงจาก AOAC (1990)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความสูงและจำนวนหน่อ

ปริมาณน้ำฝนมีผลต่อความสูง และน้ำหนักสดของกระถินที่ตัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะในช่วงหลังการตัดครั้งที่ 1 ถึงการตัดครั้งที่ 2 (กรกฎาคม - ตุลาคม 2558) เป็นช่วงที่กระถินได้รับปริมาณน้ำฝนสูงกว่าก่อนการตัดครั้งที่ 1 (มีนาคม – มิถุนายน 2558) และหลังการตัดครั้งที่ 2 ถึงการตัดครั้งที่ 3 (พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ 2558) (Table 1) ส่งผลให้กระถินยักษ์ทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์ มีแนวโน้มความสูงและน้ำหนักสดในการตัดครั้งที่ 2 สูงกว่าการตัดครั้งที่ 1 และ 3 (Table 2) ซึ่งทรงยศ (2553) ได้รายงานว่าในช่วงฤดูแล้ง กระถินพันธุ์ทารัมบ้าให้ความสูงเฉลี่ยเพียง 160 เซนติเมตร ที่อายุ 4 เดือน เนื่องจากช่วงดังกล่าวมีปริมาณน้ำฝนน้อยมาก จึงส่งผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของกระถินยักษ์ อย่างไรก็ตามพบว่าในช่วงที่ได้รับปริมาณน้ำฝนน้อยกระถินแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์จะแสดงความแตกต่างในด้านการเจริญเติบโตทางความสูงได้ชัดเจนมากกว่าในสภาพที่ได้รับปริมาณน้ำฝนมากในการตัดครั้งที่ 1 กระถินสายพันธุ์ 4/14 มีความสูงมากกว่าพันธุ์เปรูอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) แต่ในการตัดครั้งที่ 2 กระถินทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์มีความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในการตัดครั้งที่ 3 พบว่า กระถินสายพันธุ์ 5/7 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากกว่า พันธุ์ทารัมบ้า คันนิ่งแฮม และสายพันธุ์ 4/14 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้จากรายงานของอัษฎาภรณ์และคณะ (2552) ซึ่งพบว่ากระถินพันธุ์ทารัมบ้า สายพันธุ์ 5/7 และ 5/8 ให้ความสูงมากกว่าพันธุ์คันนิ่งแฮม และเปรู

Table 1 Rainfall (mm) in 2015 at the National Corn and Sorghum Research Center.

Month	Rainfall (mm)
	2015
January	11
February	21
March	132
April	57
May	54
June	79
July	64
August	85
September	262
October	116
November	44
December	69
Total	994

จำนวนหน่อของกระถินยักษ์ส่วนใหญ่มีความใกล้เคียงกันโดยในการตัดครั้งที่ 1 กระถินพันธุ์เปรู มีจำนวนหน่อมากกว่าสายพันธุ์ 4/14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) แต่ในการตัดครั้งที่ 2 และ 3 พบว่า กระถินทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์มีจำนวนหน่อที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การทดลองของอัษฎาภรณ์และคณะ (2552) รายงานว่ากระถินพันธุ์คันนิ่งแฮมอายุ 4 เดือนให้จำนวนหน่อมากกว่าพันธุ์เปรู และสายพันธุ์ 5/8 อย่างไรก็ตามพบว่าในการตัดแต่ละครั้งให้จำนวนหน่อแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 3) ให้จำนวน

หน่อมากกว่าการตัดอีกสองครั้ง ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่น้อยส่งผลให้มีการเจริญเติบโตช้าและทำให้การบดบังแสงกันระหว่างหน่อลดลง ทำให้จำนวนหน่อยังคงมีจำนวนมากจนถึงวันเก็บเกี่ยว (ทรงยศ, 2553)

Table 2 Plant height and sprout/stump (cm) of five varieties/lines of giant leuceana under interval cutting every 4 months.

Varieties/lines	1st time		2nd time		3rd time		Average	
	Height	Sprout	Height	Sprout	Height	Sprout	Height	Sprout
Tarumba	201[1/]ab	11ab	331	10	140b	18	224	14
Cunningham	212ab	13ab	309	11	139b	17	221	13
Peru	171b	15a	262	13	168ab	16	200	15
5/7	184ab	13ab	319	12	174a	16	226	14
4/14	225a	9b	333	10	136b	18	231	12
F-test	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	14.30	26.62	12.18	18.94	11.34	20.91	11.16	14.13

1/ Means within a column under each factor, followed by the same letters are not significantly different at the 5% level of probability by LSD

* = Significant at $P < 0.05$; ns = not significant

องค์ประกอบผลผลิต

การตัดครั้งที่ 1 พบว่ากระถินพันธุ์ 4/14 ให้ผลผลิตน้ำหนักใบ ต้น และชีวมวลรวมสดมากกว่าสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการตัดครั้งที่ 2 กระถินสายพันธุ์ 4/14 มีผลผลิตน้ำหนักใบ และชีวมวลรวมสดมากกว่าพันธุ์คันนิ่งแฮมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) ส่วนผลผลิตน้ำหนักต้นสดสายพันธุ์ 4/14 และพันธุ์ทารัมบ้าให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์คันนิ่งแฮม เปรู และสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการตัดครั้งที่ 3 พบว่าสายพันธุ์ 4/14 ให้ผลผลิตน้ำหนักใบสดสูงที่สุด (723 กิโลกรัมต่อไร่) อีกทั้งสายพันธุ์ 4/14 ยังให้ผลผลิตน้ำหนักลำต้นสดมากกว่า พันธุ์เปรู และสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังให้ผลผลิตน้ำหนักชีวมวลรวมสดสูงกว่าพันธุ์ทารัมบ้า เปรู และสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อรวมผลผลิตทั้ง 3 ครั้งการตัด พบว่าสายพันธุ์ 4/14 ให้ผลผลิตน้ำหนักใบสดสูงกว่าพันธุ์คันนิ่งแฮม เปรู และสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังสายพันธุ์ 4/14 ยังให้ผลผลิตน้ำหนักต้นสดมากกว่าพันธุ์เปรู และสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และยังให้ผลผลิตชีวมวลรวมสดมากกว่าสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) จากรายงานของกานต์รวี (2554) พบว่าที่อายุการตัด 1 ปี กระถินทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้ผลผลิตน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 739-1,089 และ 272-476 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

Table 3 Fresh and dry weight of five varieties/lines of giant leucaena under interval cutting every 4 months

Fresh weight (Fresh) and Dry weight (Dry) (kg/rai)			Varieties/ lines					F-test	CV (%)
			Taramba	Cunningham	Peru	5/7	4/14		
1st time	Leaf	Fresh	1,025[1/]ab	1,088ab	982ab	756b	1,295a	*	24.48
		Dry	458ab	492ab	489ab	378b	638a	*	24.06
	Stem	Fresh	1,063ab	1,088ab	880ab	811b	1,623a	*	36.58
		Dry	558	641	493	457	848	ns	35.41
	Total	Fresh	2.088ab	2,336ab	1,863ab	1,568b	2,919a	*	30.74
		Dry	1,917ab	1,133ab	982ab	835b	1,486a	*	29.79
2nd time	Leaf	Fresh	2,116ab	1,498b	1,982ab	1,963ab	2,388a	**	12.16
		Dry	350ab	162b	260ab	250ab	438a	**	25.77
	Stem	Fresh	2,442a	1,610b	1,636b	1,729b	2,590a	*	18.41
		Dry	527ab	247b	333ab	338ab	627a	**	26.18
	Total	Fresh	4,558ab	3,108b	3,619ab	3,693ab	4,978a	**	13.88
		Dry	877ab	409b	593ab	558ab	1,067a	**	26.13
3rd time	Leaf	Fresh	396b	446b	427b	405b	723a	*	27.00
		Dry	180b	193b	194b	190b	306a	*	22.55
	Stem	Fresh	507ab	502ab	450b	420b	715a	*	27.02
		Dry	272ab	258ab	242b	242b	366a	*	23.91
	Total	Fresh	904b	948ab	877b	826b	1,438a	*	26.38
		Dry	452b	451b	436b	433b	673a	*	22.47
Total	Leaf	Fresh	3,537ab	3,032ab	3,392b	3,126b	4,407a	*	15.03
		Dry	989ab	848b	944b	819b	1,382a	**	15.89
	Stem	Fresh	4,014ab	3,361ab	2,967b	2,961b	4,929a	**	19.50
		Dry	1,358ab	1,146ab	1,069b	1,038b	1,842a	**	19.87
	Total	Fresh	7,552ab	6,394ab	6,360ab	6,087b	9,336a	**	16.13
		Dry	2,347ab	1,994b	2,014b	1,858b	3,225a	**	16.28

1/ Means within a column under each factor, followed by the same letters are not significantly different at the 5% and 1% level of probability by LSD

** = Significant at P < 0.01; * = significant at P < 0.05; ns = not significant

ส่วนผลผลิตน้ำหนักแห้งพบว่าในการตัดครั้งที่ 1 กระถินสายพันธุ์คันนิ่งแฮมให้ผลผลิตน้ำหนักใบ และชีวมวลรวมแห้งมากกว่าสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) ส่วนการตัดครั้งที่ 2 สายพันธุ์ 4/14 ให้ผลผลิตน้ำหนักใบ ต้น และชีวมวลรวมแห้ง มากกว่าพันธุ์คันนิ่งแฮม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และในการตัดครั้งที่ 3 สาย

พันธุ์ 4/14 ให้ผลผลิตน้ำหนักใบ และชีวมวลรวมแห้งสูงที่สุด (306 และ 673 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ) อีกทั้งยังให้ผลผลิตน้ำหนักต้นแห้งมากกว่าพันธุ์เปรู และสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อรวมผลผลิตน้ำหนักแห้งทั้ง 3 ครั้งพบว่าสายพันธุ์ 4/14 ให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งสูงที่สุด (1,382 กิโลกรัมต่อไร่) และให้ผลผลิตน้ำหนักต้นแห้งมากกว่าพันธุ์ เปรู และสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อีกทั้งยังให้ผลผลิตน้ำหนักชีวมวลรวมแห้งมากกว่าพันธุ์ คันนิ่งแฮม เปรู และสายพันธุ์ 5/7 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งของกระถินในการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของฉายแสง และคณะ (2548) แม้ว่าผลผลิตน้ำหนักสดกระถินที่ได้จากการตัดครั้งที่ 2 จะให้ผลผลิตสูงกว่าครั้งที่ 1 และ 3 แต่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งใกล้เคียงกับครั้งแรก แสดงให้เห็นว่า ผลผลิตน้ำหนักสดของกระถินในการตัดครั้งที่ 2 ส่วนใหญ่มาจากความชื้น เนื่องจากมีปริมาณฝนตกมากในช่วงดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ ฉายแสง และคณะ (2548) ได้รายงานว่ากระถินเกือบทุกสายพันธุ์ (17 สายพันธุ์) จะเจริญเติบโตดีในช่วงฤดูฝน ถึงต้นฤดูหนาว (กรกฎาคม-พฤศจิกายน) กระถินทุกพันธุ์/สายพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่างานทดลองของ ชิต และคณะ (2547) และจุรีรัตน์ และคณะ (2519) ซึ่งผลผลิตกระถินอยู่ระหว่าง 955-1,257 กิโลกรัม/ไร่ และ 366-1,471 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม นอกจากความชื้นแล้ว ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตกระถินยังขึ้นอยู่กับระดับความสูง และความถี่ของการตัด (Karim *et al.,* 1991)

จากการตัดทั้ง 3 ครั้ง พบว่ากระถินพันธุ์เปรูมีสัดส่วนใบ:ต้น มากกว่าพันธุ์ทารัมบ้าและพันธุ์คันนิ่งแฮมอย่างมีนับสำคัญทางสถิติ (Table 4) กระถินพันธุ์ทารัมบ้า คันนิ่งแฮม และสายพันธุ์ 5/7 มีจำนวนก้านใบย่อย มากกว่ากระถินสายพันธุ์ 4/14 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อีกทั้งกระถินพันธุ์ทารัมบ้ายังมีจำนวนใบย่อยมากกว่าสายพันธุ์ 4/14 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 4) ธำรงศักดิ์ และคณะ (2546) ได้รายงานว่ากระถินที่มีรอบการตัดสั้นจะให้ผลผลิตใบมากกว่าลำต้น ซึ่งการปลูกกระถินส่วนใหญ่ในประเทศไทยแนะนำให้ตัดทุก 2-3 เดือนเพื่อให้ได้ผลผลิตใบที่มีคุณภาพสูง และมีปริมาณเพียงพอต่อการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ (จุรีรัตน์และคณะ, 2519 ธำรงศักดิ์และคณะ, 2546 และ ชิต และคณะ, 2547)

ปริมาณแทนนิน

ปริมาณแทนนินในกระถินทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) จากรายงานของ เดช ภาฑร และคณะ (2550) พบว่าปริมาณแทนนินจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ และอายุของกระถิน อย่างไรก็ตามปริมาณแทนนินที่ได้จากงานทดลองนี้สูงกว่ารายงานของศศิธร และคณะ (2539) ซึ่งรายงานว่าใบกระถินสายพันธุ์ต่างๆ ที่พบในประเทศไทย มีปริมาณแทนนินอยู่ระหว่าง 0.64-2.42 เปอร์เซ็นต์ และ Kirtikar and Basu (1980) พบปริมาณแทนนินในใบกระถินเพียง 1.5-1.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนMcNeill *et al.* (1998) ได้ศึกษาความเข้มข้นของปริมาณคอนแดนซ์แทนนิน พบว่ากระถินมีปริมาณคอนเดนซ์แทนนินในพืชอาหารสัตว์ควรอยู่ระหว่าง 2-4 เปอร์เซ็นต์ จึงจะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง อย่างไรก็ตามการใช้กระถินเพื่อเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องควรพิจารณารูปแบบของการใช้ โดยการใช้กระถินสดเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจะช่วยให้ยังมีปริมาณแทนนินสูงกว่าในรูปแห้ง ซึ่งการทดลองนี้ วิเคราะห์ปริมาณแทนนินจากใบกระถินแห้ง ดังนั้น ปริมาณแทนนินในใบกระถินสดจึงอาจมีค่าสูงกว่าผลที่ได้จากการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5

Table 4 Primary and Secondary leaflet number and leaf:stem ratio of five varieties/lines of leucaena under interval cutting every 4 months

Varieties/lines	Primary leaflet no.	Secondary leaflet no.	Leaf:stem ratio
Taramba	13[1/]a	39a	0.72b
Cunningham	14a	36ab	0.76b
Peru	13ab	28ab	0.86a
5/7	13a	29ab	0.79ab
4/14	11b	27b	0.77ab
F-test	**	**	*
CV (%)	6.56	12.91	6.82

1/ Means within a column under each factor, followed by the same letters are not significantly different at the 5% and 1% level of probability by LSD

** = Significant at P < 0.01; * = significant at P < 0.05; ns = not significant

Table 5 Tannin content of five varieties/lines of leucaena at interval cutting every 4 month

Varieties/lines	Tannin content (%)
Taramba	2.65
Cunningham	2.26
Peru	2.50
5/7	2.63
4/14	2.48
F-test	ns
CV (%)	10.19

ns Not significant at P < 0.05

สรุป

กระถินสายพันธุ์ 4/14 ให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งสูงที่สุดโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง และมีผลผลิตรวมส่วนต้นและใบจากการตัดทั้ง 3 ครั้งสูงใกล้เคียงกับพันธุ์การค้า อีกทั้งยังมีปริมาณแทนนินอยู่ในระดับที่สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทดลอง และขอขอบคุณนิสิตปริญญาโท และอาจารย์ภาควิชาพืชสวน ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการวิเคราะห์ปริมาณแทนนิน

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. ไม่ปรากฏปีพิมพ์. **แทนนินกับคุณค่าอาหาร**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 49 น.

กานต์รวี ศรีพวงผกาพันธุ์. 2554. **การเติบโต และมวลชีวภาพของกระถิน 5 พันธุ์/สายพันธุ์ อายุ 3 ปี เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาเกษตรศาสตร์.

จุรีรัตน์ สัจจิพานนท์, เดชา ศิริภัทร และ แสงอรุณ สมุทรักษ์. 2519. การเปรียบเทียบผลผลิตของกระถิน 10 พันธุ์ในพื้นที่ดินเหนียวชัยนาทในเขตชลประทาน. *ใน* **รานงานประจำปี พ.ศ. 2519**. กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

ฉายแสง ไผ่แก้ว, ศศิธร ถิ่นนคร, กานดา นาคมณี และศรัณยา วรจิรวาณิช. 2558. การทดสอบและคัดเลือกพันธุ์กระถินเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์, น. 28-47. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548**. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2530. **หญ้าและถั่วอาหารสัตว์สัตว์เมืองร้อน**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ชิต ยุทธวรวิทย์, สมศักดิ์ เภาทอง, ฉายแสง ไผ่แก้ว และจริยา บุญจรัชชะ. 2547. ความถี่ของการตัดที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของกระถิน 4 สายพันธุ์, *ใน* **รายงาน ผลงานวิจัยกอง อาหารสัตว์ประจำปี 2547**. กรมปุศสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เดชภาฑร วงศ์เดชขจร. 2550. **ประสิทธิภาพของสารแทนนินจากกระถินต่อพยาธิตัวกลมในระบบทางเดินอาหารและอัตราการเจริญเติบโตของแพะ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทรงยศ โชติชุติมา. 2553. **อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของกระถินเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์

ธำรงศักดิ์ พลบำรุง, ฉายแสง ไผ่แก้ว, จริยา บุญจรัชชะ และสมศักดิ์ เภาทอง. 2546. การศึกษากระถินพันธุ์ต้านทานเพลี้ยไก่ฟ้าในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี, น. 215-227. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2546**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศศิธร ถิ่นนคร กานดา นาคมณี และฉายแสง ไผ่แก้ว. 2539. **การศึกษากระถินพันธุ์ต้านทานเพลี้ยไก่ฟ้าในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา**. โครงการวิจัยลำดับที่ 39-(1/39)-0514-090. กลุ่มวิจัยพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ. 10น.

อัษฎาภรณ์ กาญจนคูหา. สายัณห์ ทัดศรี. ประภา ศรีพิจิตต์. การนดา นาคมณี และณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ. 2552. การเปรียบเทียบกระถินยักษ์ 5 สายพันธุ์ในด้านผลผลิตของเนื้อไม้ และค่าพลังงานความร้อนเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนยั่งยืน. *ใน* **รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2552**, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุทัย คันโธ. 2526. **อาหารและการคำนวณสูตรอาหาร**. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 272 น.

AOAC. 1990. **Official Method of Analysis**: 15th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Inc., Virginia.

Brewbaker, J.L., N. Hegde, E.M. Hutton, R.J. Jones, J.B. Lowry, F. Moogand R. vanden Beldt. 1985. Leucaena-forage production and use. **NFTA, Hawaii** 39.

Butter, N.L., J.M. Dawson, D. Wakelin and P.J.Buttery. 2001. Effect of dietary condensed tannin of gastrointertianl nematodes. **J. agric. Sci. (Camb)**. 137: 461-469

Garcia, G. W., T. U. Ferguson, F.A. Neckles and K. A. E. Archibald. 1996. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. **Anim. Feed Sci. Tech.** 60: 29-41.

Hill, G.D.1971. *Leucaena leucocephala* for Pasture in the Tropic. **Herbage abs.** 41: 111-119.

Jones, R.T. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. **World Anim. Rev.** 31: 13-23.

Karim, A.B., E.R. Rhodes and P.S. Savil. 1991. Effect of cutting height and cutting interval on dry matter yield of *Leucaena leucocephala* (Lam)De Wit. **Agroforesty Systems** (16): 129-137.

Kirtikar, K.R., and Basu, B.D. 1980. **Indian Medicinal Plants**, The Panin office, Bahadurganj, Allahabad, India.

Makkar, H.P.S. and Becker, K. 1994. Some problem in the determination of tannins and possible solutions. In: Geibel, M., Treutter, D.,and Feucht, W.(eds.). **International Symposium on Natural Phenols in Plant Resistance** (pp 782-800). Weihensteohan, Germany: International Society for Horticulture Science

Max, R.A., D. Wakelin, P.J. Buttery, A.E. Kinambo, A.A. Kkassuku and L.A. Mtengor. 2002. **Potential of controlling internal parasitic infection in small ruminant with extracts of plant high in tannin**. University of Nottingham, School of Bioscience, Loughborough. 89:90

McNeill, D.M., N. Osborne, M.K. Komolong and D. Nankervis. 1998. **Condensed tannin in the genus *Leucaena* and their nutritional significance for ruminant.** *In Leucaena* - adaptation, quality and farming systems, ACIAR Proceeding, Proceeding of a workshop held Hanoi, Vietnam. 86: 205-213.

Min, B.R. and S.P. Hart. 2003. Tannin for suppression of internal parasites. **J, Anim Sci.** 81 (Supp1.2):102-109

Molan, L.A., S.O. Hoskin, N.T. Barry, and W.C. McNabb. 2000. Effect of condensed tannin extracted from foor forages on the viability of the larvae of deer lungworms and gastrointestinal nematodes. **Vet. Rec.** 147: 44-48

ความแปรปรวนของระดับการเข้าทำลายของปลวกใต้ดินในไม้ใช้สอยท้องถิ่นชนิดต่าง ๆ

Variability in Infestation Levels of Subterranean Termites on Various Local Usable Woods

จันทร์เพ็ญ ศรีณรงค์[1], สุขสวัสดิ์ พลพินิจ[1*] และ วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล[1]

Janpen Srinarong[1], Suksawat Ponpinij[1*] and Wiboon Chongrattanameteekul[1]

บทคัดย่อ

การใช้ไม้เหยื่อเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้เพื่อการสำรวจและป้องกันกำจัดปลวกที่เข้าทำลายอาคารบ้านเรือน ปัจจุบันไม้เหยื่อที่ใช้เป็นไม้ที่นำเข้าจากต่างประเทศ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเข้าทำลายของปลวกในไม้ใช้สอยท้องถิ่นชนิดต่างๆ และเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไม้มาทดแทนไม้เหยื่อจากต่างประเทศ โดยเลือกใช้ไม้ท้องถิ่นจำนวน 12 ชนิด ทำการทดลองทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ ในภาคสนามใช้วิธีวางไม้เหยื่อแบบไม่สัมผัสดิน ส่วนในห้องปฏิบัติการใช้การทดสอบแบบไม่มีทางเลือก และใช้ปลวกชนิด *Coptotermes gestroi* (Wasmann) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูทำลายไม้ที่สำคัญในการทดสอบ ในการสำรวจชนิดของปลวก จำนวน 5 ซ้ำ พบปลวกจำนวน 7 ชนิด ชนิดที่พบบ่อยที่สุดคือ *Microcerotermes crassus* Synder (80%) และ *C. gestroi* (60%) จากการศึกษาน้ำหนักไม้ที่สูญเสียจากการเข้าทำลายของปลวกใต้ดินในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ พบว่าไม้มะม่วงและไม้ยางพารา มีปลวกเข้าทำลายมาก โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญเสียมากกว่าไม้ชนิดอื่น รวมถึงมากกว่าไม้ที่นำเข้าจากต่างประเทศด้วย ซึ่งปลวกเข้าทำลายน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าไม้มะม่วงและไม้ยางพารา มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นไม้เหยื่อในการสำรวจและป้องกันกำจัดปลวกแทนที่ไม้ทางการค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศได้

ABSTRACT

Wood bait technique is one of the methods used for surveying and protecting homes from termite infestation. Presently, wood baits which presently used are made of imported wood. This study is aimed to compare termite infestation among various local usable woods in order to find wood species which can be substituted for imported wood. Twelve species of local usable wood were tested under both field and laboratory experiments. Under field experiment, termite ground proximity method was employed while in laboratory, no-choice tests were conducted using *Coptotermes gestroi* (Wasmann), an important is wood-destroying termite species. In the 5- replicates of termite infestation, seven species of termite were found. The most frequently occurring species were *Microcerotermes crassus* Synder (80%) and *C. gestroi* (60%). The results of weight loss study in laboratory and field experiments showed that weight losses, mango and rubber wood, were highest and were much higher than those of the imported wood. The result revealed that mango and rubber woods have potential to be used as substitutes for imported wood in termite survey and control programs.

Keywords: termite survey, subterranean termites, wood bait, termite control

* Corresponding author; e-mail address: **fagrswp@ku.ac.th**

[1]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ปลวกเป็นแมลงศัตรูทำลายไม้ที่สำคัญ มีการแพร่ระบาดในประเทศเขตร้อนหรือร้อนชื้น (กลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2555) ซึ่งปลวกที่เข้าทำลายไม้มีอยู่หลายชนิด โดยทั่วโลกมีปลวกอยู่ประมาณ 2,500 ชนิด (จารุณี และคณะ, 2548) ก่อให้เกิดความเสียหายโดยการเข้าทำลายอาคารบ้านเรือนสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่ทำจากไม้ และผลิตภัณฑ์ที่มีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบ คิดเป็นมูลค่าความเสียหายทั่วทั้งโลก ในแต่ละปีประมาณ 4 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ (Lee and Neoh, 2014) และค่าใช้จ่ายในการป้องกันและกำจัดปลวก ทั่วโลกในแต่ละปีประมาณ 2 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ สำหรับการสำรวจความหลากหลายของปลวก ในประเทศไทย พบปลวกแพร่กระจายอยู่ทั่วทุกภาคประมาณ 200 ชนิด ปลวกชนิดที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อไม้ที่นำไปใช้ประโยชน์ มี 9 สกุล 10 ชนิด ประกอบด้วยสกุล *Coptotermes*, *Macrotermes*, *Odontotermes*, *Microcerotermes*, *Globitermes*, *Cryptotermes*, *Ancistrotermes*, *Termes* และ *Nasutitermes* ปลวกใต้ดินชนิด *Coptotermes gestroi* (Wasmann) จัดเป็นปลวกชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจสูงที่สุดในประเทศ โดย 90% ของอาคารที่ถูกทำลาย เกิดจากการเข้าทำลายโดยปลวกชนิดนี้ ความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนคิดเป็นมูลค่าปีละหลายร้อยล้านบาท (จารุณี และคณะ, 2556)

การป้องกันและกำจัดปลวกมีหลายวิธี เช่น การใช้บริการจากบริษัทกำจัดปลวก และการใช้เหยื่อพิษ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย โดยก่อนที่จะใช้เหยื่อพิษจะต้องมีการสำรวจปลวกด้วยการวางไม้เหยื่อบริเวณรอบอาคาร เมื่อปลวกเข้ามาทำลายไม้ จึงใส่เหยื่อพิษที่ใช้กำจัดปลวกลงไป ทั้งนี้ไม้เหยื่อที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง ข้อมูลการทดสอบการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ในไม้ใช้สอยท้องถิ่นชนิดต่างๆ ในประเทศไทยค่อนข้างน้อย ในขณะที่ไม้ในประเทศมีหลายชนิดและมีราคาถูกกว่า โดยมีข้อมูลการทดสอบของไม้ยางพารา ไม้สะเดา และไม้สัก ซึ่งพบว่าไม้สะเดา ไม้สัก มีความทนทานต่อการเข้าทำลายของปลวก ส่วนไม้ยางพารา เป็นไม้ที่ปลวกเข้าทำลายได้ง่าย (ขวัญชัย และคณะ, 2557; Ngee *et al*., 2004; Roszaini *et al*., 2009) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเข้าทำลายไม้ใช้สอยท้องถิ่นชนิดต่างๆ โดยปลวกใต้ดิน เพื่อเป็นข้อมูลในการคัดเลือกชนิดไม้ใช้สอยท้องถิ่น สำหรับนำไปใช้เป็นไม้เหยื่อในการสำรวจและป้องกันกำจัดปลวกต่อไป ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนและลดการนำเข้าไม้จากต่างประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจชนิดของปลวกที่เข้าทำลายไม้

1.1 การเตรียมตัวอย่างไม้ทดสอบ

ไม้ที่ใช้ทดสอบทั้งหมด 13 ชนิด โดยแบ่งเป็นไม้ใช้สอยท้องถิ่น 12 ชนิด ได้แก่ ไม้แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub var. xylocarpa.) ไม้เต็ง (*Shorea kunstleri* King) ไม้ทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) ไม้ไผ่ (*Bambusa* sp.) ไม้พฤกษ์ (*Albizia lebbeck* Benth.) ไม้มะม่วง (*Mangifera* sp.) ไม้ยาง (*Dipterocarpus* sp.) ไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) ไม้ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* sp.) ไม้สะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss.) ไม้สนประดิพัทธ์ (*Casuarina junghuhniana* Miq.) และไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.) ซึ่งไม้แต่ละชนิดสามารถหาได้ในประเทศไทย และใช้ไม้สน (*Pinus* sp.) ซึ่งเป็นไม้ทางการค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อใช้ในธุรกิจกำจัดปลวก เป็นไม้เหยื่อเปรียบเทียบ (control) เตรียมชิ้นไม้ทดสอบขนาด 5 × 10 × 2.50 ซม. (กว้าง x

ยาว x หนา) ชนิดละ 5 ชิ้น นำชิ้นไม้ทั้งหมดไปอบในตู้อบ (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 100 ± 5 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักไม้ก่อนการทดลอง (วรากร, 2544)

1.2 การสำรวจชนิดของปลวกที่เข้าทำลายไม้

สำรวจชนิดของปลวกในภาคสนามที่ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า จังหวัดราชบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยใช้วิธีการทดสอบแบบวางไม้เหยื่อไม่สัมผัสดิน ดัดแปลงมาจากวิธีการของขวัญชัย และคณะ (2557) เลือกสถานที่ทดลองที่พบว่ามีปลวกใต้ดินเข้าทำลายอยู่ก่อนแล้ว โดยนำบ่อซีเมนต์ทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 ซม. สูง 60 ซม. หัวท้ายเปิด จำนวน 5 บ่อ โดยแต่ละบ่อมีระยะห่างกัน 1 เมตร ภายในวางอิฐบล็อกเพื่อไม่ให้ไม้สัมผัสกับดิน และวางไม้ทดสอบแบบสุ่มทั้งหมด 13 ชิ้น ชนิดละ 1 ชิ้น จากนั้นปิดฝาแต่ละบ่อ สำรวจและเก็บปลวกจากกับดักไม้ในพื้นที่จำนวน 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำห่างกัน 1 เดือน โดยเก็บตัวอย่างปลวกทหารและปลวกงาน ในขวดเก็บตัวอย่างบรรจุแอลกอฮอล์ 80% พร้อมทั้งบันทึกข้อมูล วัสดุอาศัย สถานที่ วัน เดือน ปี ที่เก็บ และนำมาจำแนกชนิดของปลวกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา ภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป ในห้องปฏิบัติการต่อไป โดยใช้คู่มือการจำแนกชนิดปลวกตามจารุณี และคณะ (2548); Yupaporn *et al*. (2004)

2. การศึกษาน้ำหนักไม้ที่สูญเสียจากการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน

2.1 การทดลองภาคสนาม

- การทดสอบแบบวางไม้เหยื่อไม่สัมผัสดิน (Termite ground proximity method)

การทดลองภาคสนามแบบวางไม้เหยื่อไม่สัมผัสดิน เช่นเดียวกับการสำรวจชนิดของปลวกที่เข้าทำลายไม้ในข้อ 1.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) เพื่อเปรียบเทียบค่าน้ำหนักไม้ที่สูญเสียจากการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ในไม้ 13 ชนิด หลังจากปิดฝาแต่ละบ่อ เมื่อครบกำหนด 6 เดือน นำไม้ทดสอบไปล้างทำความสะอาด แล้วนำไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 100 ± 5 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนชั่งน้ำหนัก และนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย จากค่าน้ำหนักไม้ที่สูญเสีย (Weight loss)

2.2 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

- การเตรียมตัวอย่างไม้ทดสอบ

ใช้ไม้ทดสอบทั้งหมด 13 ชนิด เช่นเดียวกับข้อ 1.1 เตรียมชิ้นไม้ทดสอบขนาด 2.54 × 2.54 × 0.64 ซม. (กว้าง x ยาว x หนา) ชนิดละ 10 ชิ้น นำชิ้นไม้ทั้งหมดไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 100 ± 5 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักไม้ก่อนการทดลอง (นันทชัย, 2540)

- วิธีการการเก็บปลวกใต้ดินชนิด *Coptotermes gestroi* เพื่อใช้ในการทดลอง

ปลวกที่ใช้ในการทดลองได้จากปลวกในสภาพธรรมชาติ ซึ่งเก็บมาจากบริเวณบ้านพักอาศัย จังหวัดปทุมธานี เป็นปลวกใต้ดินชนิด *C. gestroi* โดยการนำกล่องกระดาษบรรจุเศษชิ้นไม้ยางพาราวางเรียงซ้อนจนเต็ม พรมน้ำให้ทั่วเพื่อให้ไม้มีความชื้น วางทิ้งไว้บริเวณที่พบการเข้าทำลายของปลวก ปล่อยให้ปลวกเข้าทำลายไม้และอาศัยอยู่ภายในเนื้อไม้ประมาณ 4 – 6 สัปดาห์ จากนั้นนำกล่องที่เต็มไปด้วยปลวกมาเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการต่ออีกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อให้ปลวกปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ โดยเลี้ยงในถังน้ำหินขัดขนาด 45 × 150 × 60 ซม. รองพื้นภายในถังด้วยดินหรือทรายเพื่อเก็บความชื้น หล่อน้ำไว้รอบๆ ถังน้ำหินขัดเพื่อป้องกันไม่ให้ปลวกหนีจากแหล่งเพาะเลี้ยง และป้องกันไม่ให้มีศัตรูของปลวก (มด และสัตว์กินแมลง อื่นๆ) มารบกวน

- การทดสอบแบบไม่มีทางเลือก (No-choice test)

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) เพื่อเปรียบเทียบค่าน้ำหนักไม้ที่สูญเสียจากการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน ในไม้ 13 ชนิด วิธีการทดลองดัดแปลงจากวิธีของ ASTM Standard D3345 – 74 (1999) ซึ่งเป็นมาตรฐานการทดสอบความต้านทานต่อปลวกของไม้ และวัสดุเซลลูโลสอื่นๆ โดยมีวิธีดังนี้ ทดสอบในกล่องพลาสติกทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.5 ซม. สูง 6.5 ซม. ใส่ทรายแห้งที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 100 ± 5 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ลงในกล่องพลาสติกกล่องละ 200 กรัม และให้ความชื้น โดยเติมน้ำกลั่นลงไปในทรายกล่องละ 20 มล. วางไม้ทดสอบบนทรายกล่องละ 1 ชิ้น ทดสอบชนิดละ 10 ซ้ำ รวมทั้งสิ้น 130 กล่อง ปล่อยปลวกโดยใช้วิธีการชั่งน้ำหนักปลวกจำนวน 1 ± 0.05 กรัม (ประมาณ 400 ตัว) ซึ่งประกอบด้วยปลวกงานประมาณ 0.90 กรัม ปลวกทหารประมาณ 0.10 กรัม ต่อ 1 กล่อง ปิดฝาและเก็บกล่องทดลองไว้ในที่มืด ภายใต้ช่วงอุณหภูมิ 25.5 – 27.7 °C เมื่อครบกำหนด 1 เดือน นำไม้ทดสอบไปล้างทำความสะอาด แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 ± 5 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนชั่งน้ำหนัก และนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย จากค่าน้ำหนักไม้ที่สูญเสีย

3. การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.1 การประเมินความเสียหาย

คำนวณจากค่าน้ำหนักไม้ที่สูญเสีย โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Weight loss (\%)} = W_1 - W_2 / W_1 \times 100$$

โดย W_1 = น้ำหนักไม้ก่อนการทดลอง ; W_2 = น้ำหนักไม้หลังการทดลอง

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่าน้ำหนักไม้ที่สูญเสียของไม้แต่ละชนิด ทั้งในการทดลองภาคสนาม และห้องปฏิบัติการ ไปทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT (Duncan s New Multiple s Range test) โดยใช้โปรแกรม SPSS statistics เวอร์ชั่น 20.0.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสำรวจชนิดของปลวกที่เข้าทำลายไม้

จากการสำรวจชนิดของปลวกที่เข้าทำลายไม้ พบปลวกทั้งสิ้น 7 ชนิด (Table 1) จัดอยู่ใน 2 วงศ์ และ 4 วงศ์ย่อย ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มปลวกกินเนื้อไม้ (wood feeder) ซึ่งจัดเป็นกลุ่มเด่นที่พบมากในการสำรวจ 2. กลุ่มปลวกกินไลเคน (lichen feeder) และการสำรวจปลวกครั้งนี้พบว่าไม้แต่ละชนิด มีปลวกเข้าทำลายมากกว่า 1 ชนิด ในแต่ละซ้ำของการทดลองยังพบว่ามีปลวกชนิดเดียวกันเข้าทำลายไม้อีกด้วย โดยในการศึกษาครั้งนี้พบปลวกชนิด *Microcerotermes crassus* Synder 4 ซ้ำจากการสำรวจ 5 ซ้ำ (80%) และพบ *Coptotermes gestroi* (Wasmann) 3 ซ้ำจากการสำรวจ 5 ซ้ำ (60%) จึงจัดเป็นปลวกชนิดเด่นที่พบบ่อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานว่ามีการพบปลวกชนิด *M. crassus* บ่อยที่สุด ในพื้นที่ป่าของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา (ณัฐวุฒิ, 2557) และพบปลวกชนิดนี้ทุกเกาะในพื้นที่อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา (กฤษณา และคณะ, 2555) แสดงให้เห็นว่าปลวกชนิด *M. crassus* เป็นชนิดเด่นที่สามารถพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ และสามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ดีในสภาพนิเวศที่หลากหลาย นอกจากนั้นยังพบว่ามีปลวก

ชนิด *C. gestroi* ที่เป็นแมลงศัตรูทำลายไม้ที่สำคัญในธรรมชาติ อีกทั้งยังจัดอยู่ในปลวกชนิดเด่นที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การพบสูง ดังนั้นจึงนำปลวกชนิด *C. gestroi* ไปใช้ในการทดสอบเพื่อคัดเลือกไม้ที่จะนำไปใช้เป็นไม้เหยื่อที่มีประสิทธิภาพในการสำรวจและป้องกันกำจัดปลวกต่อไป

Table 1 List of termite species infested wood baits in experimental field from 5 replicates after 6 months at Ratchaburi

Family	Subfamily	Type of food	Species	n	PO(%)[1/]
Rhinotermitidae	Coptotermitinae	wood feeder	*Coptotermes gestroi* (Wasmann)	3	60
Termitidae	Termitinae	wood feeder	*Microcerotermes crassus* Synder	4	80
	Macrotermitinae	wood feeder	*Macrotermes gilvus* (Hagen)	2	40
		wood feeder	*Macrotermes carbonarius* (Hagen)	1	20
		wood feeder	*Microtermes obesi* Holmgren	2	40
		wood feeder	*Odontotermes feae* (Wasmann)	2	40
	Nasutitermitinae	lichen feeder	*Hospitalitermes ataramensis* Prashad & Sen-Sarma	1	20

[1/] percentage of occurrence (PO) calculated from 5 observational replicates.

n = The survey found the number of termites from 5 replicates.

2. การศึกษาน้ำหนักไม้ที่สูญเสียจากการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน

2.1 การทดลองภาคสนาม

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียจากการเข้าทำลายของปลวกในไม้ 13 ชนิด โดยการทดสอบแบบวางไม้เหยื่อไม่สัมผัสดิน มีไม้สน เป็นไม้เหยื่อเปรียบเทียบ พบว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญเสียระหว่างชนิดของไม้ ($F_{12, 52}$= 49.34, $P < 0.001$; Table 2) ซึ่งไม้ 5 ชนิด ได้แก่ ไม้มะม่วง ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ไผ่ ไม้ทุเรียน และไม้ยางพารา มีปลวกเข้าทำลายมาก โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียมากกว่าไม้ชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รองลงมาคือ ไม้สนประดิพัทธ์ ไม้สน ไม้ยาง ไม้พฤกษ์ ไม้แดง ไม้สะเดา ไม้เต็ง และไม้สัก ตามลำดับ เนื่องจากไม้มะม่วง ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ไผ่ ไม้ทุเรียน และไม้ยางพารา มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียมาก ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่า 70.92%, 53.29%, 46.07%, 43.19% และ 39.51% ตามลำดับ ในขณะที่ไม้สนประดิพัทธ์ มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียรองลงมา มีค่า 10.60% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันกับไม้สน ที่เป็นไม้เหยื่อเปรียบเทียบ คือ 7.29% และยังพบว่าไม้สน ที่เป็นไม้เหยื่อเปรียบเทียบ มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียน้อยกว่าไม้มะม่วง ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ไผ่ ไม้ทุเรียน และไม้ยางพารา

2.2 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียจากการเข้าทำลายของปลวกในไม้ 13 ชนิด โดยการทดสอบแบบไม่มีทางเลือก มีไม้สน เป็นไม้เหยื่อเปรียบเทียบ พบว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญเสียระหว่างชนิดของไม้ ($F_{12, 117}$ = 9.12, $P < 0.001$; Table 3) ซึ่งไม้มะม่วง และไม้ยางพารา มีปลวกเข้าทำลายมาก โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียมากกว่าไม้ชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รองลงมาคือ ไม้ไผ่ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้เต็ง ไม้สนประดิพัทธ์ ไม้ทุเรียน ไม้แดง ไม้สะเดา ไม้ยาง ไม้พฤกษ์ ไม้สัก และไม้สน ตามลำดับ เนื่องจากไม้มะม่วง และไม้ยางพารา มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียมาก ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่า 11.76% และ 10.21% ตามลำดับ ในขณะที่ไม้สน เป็นไม้เหยื่อเปรียบเทียบ มี

ปลวกเข้าทำลายน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญเสียน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 2.47% ซึ่งแตกต่างจากไม้ใช้สอยชนิดอื่นๆ อย่างชัดเจน

Table 2 Mean percentage of weight loss of each wood species by termite infestation under field experiment termite ground proximity method after 6 months at Ratchaburi

Wood species	Weight loss(%) ± SE[1]
Xylia xylocarpa	5.26 ± 0.17 bc
Shorea kunstleri	3.09 ± 0.34 cd
Durio zibethinus	43.19 ± 8.35 a
Bambusa sp.	46.07 ± 9.83 a
Albizia lebbeck	5.57 ± 0.28 bc
Mangifera sp.	70.92 ± 7.11 a
Dipterocarpus sp.	7.56 ± 2.13 bc
Hevea brasiliensis	39.51 ± 4.70 a
Eucalyptus sp.	53.29 ± 9.02 a
Azadirachta indica	5.12 ± 0.17 bc
Casuarina junghuhniana	10.60 ± 1.98 b
Tectona grandis	1.94 ± 0.18 d
Pinus sp. (control)	7.29 ± 0.19 b

[1]Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 3 Mean percentage of weight loss of each wood species by termite infestation under laboratory experiment no-choice test after 1 month at Ratchaburi

Wood species	weight loss(%) ± SE[1]
Xylia xylocarpa	7.25 ± 0.57 ab
Shorea kunstleri	8.16 ± 0.93 ab
Durio zibethinus	7.72 ± 0.91 ab
Bambusa sp.	9.41 ± 0.89 ab
Albizia lebbeck	6.16 ± 0.16 ab
Mangifera sp.	11.76 ± 1.93 a
Dipterocarpus sp.	6.58 ± 0.35 ab
Hevea brasiliensis	10.21 ± 1.38 a
Eucalyptus sp.	8.18 ± 0.75 ab
Azadirachta indica	6.83 ± 0.87 ab
Casuarina junghuhniana	8.09 ± 0.90 ab
Tectona grandis	5.08 ± 0.52 b
Pinus sp. (control)	2.47 ± 0.47 c

[1]Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

การศึกษาน้ำหนักไม้ที่สูญเสียจากการเข้าทำลายของปลวกใต้ดินในการทดลองภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ พบว่าไม้มะม่วง และไม้ยางพารา มีปลวกเข้าทำลายมาก โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียมากกว่าไม้ชนิดอื่น สอดคล้องกับการทดลองของ Roszaini *et al*. (2009) ที่ศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้ชนิดต่างๆ ในประเทศมาเลเซีย 9 ชนิดกับปลวก *C. gestroi* พบว่าไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไม้ที่สูญเสียมากที่สุด และเป็นไม้ที่ปลวก *C. gestroi* เข้าทำลายได้ง่าย จัดเป็นไม้ที่มีความทนทานต่ำต่อการเข้าทำลายของปลวก (Grace *et al*., 1998) ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Ngee *et al*. (2004) ซึ่งพบว่าไม้ยางพารา มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นไม้เหยื่อ นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Iqbal *et al*. (2015) ที่ศึกษาไม้ 21 ชนิด กับการเข้าทำลายของปลวกชนิด *Microtermes mycophagus* พบว่าไม้มะม่วง มีปลวกเข้าทำลายมาก เป็นระดับ 3 จากทั้งหมด 4 ระดับ (ระดับ 4 คือปลวกเข้าทำลายมากที่สุด) ในประเทศไทยนิยมนำไม้มะม่วงไปใช้ในงานหัตถกรรมงานไม้ และทำเครื่องเรือน (พรชัย และทิวาวรรณ, 2553) ซึ่งยังไม่พบการทดลองนำไม้มะม่วงมาใช้เป็นไม้เหยื่อ แต่จากผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญเสีย มีปลวกเข้าทำลายมาก จึงสามารถนำไม้มะม่วงมาใช้เป็นไม้เหยื่อได้ ในขณะที่ไม้ทางการค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งเป็นไม้สน มีปลวกเข้าทำลายน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ที่สูญเสียน้อยที่สุด

สรุป

ไม้มะม่วงและไม้ยางพารา มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นไม้เหยื่อในการสำรวจและป้องกันกำจัดปลวกได้ดี เมื่อเทียบกับไม้สน ซึ่งเป็นไม้ทางการค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อใช้ในธุรกิจกำจัดปลวก และจากการศึกษาทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการที่จะนำไม้มะม่วง และไม้ยางพารา มาทดแทนไม้เหยื่อที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อลดต้นทุน และเป็นไม้ที่สามารถหาได้ค่อนข้างง่ายในประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า จังหวัดราชบุรีสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการทดลองภาคสนาม และคุณศศิธร หาสิน ที่กรุณาให้คำปรึกษาจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา ชายกวด. 2555. ความหลากชนิดของปลวกบนพื้นที่อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จ.พังงา. *ใน* **การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2555 หัวข้อ "ป่าไม้ให้ชีวิต สร้างเศรษฐกิจไทย"**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

กลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2555. นานาสาระเกี่ยวกับปลวกและวิธีการป้องกันกำจัดปลวก. **อาหารและยา** 19: 11–15.

ขวัญชัย เจริญกรุง, วรรษชล เพ็งแย้ม, ธิดาวรรณ ชมเดช และนฤชา จากปล้อง. 2557. ประสิทธิภาพของไม้สะเดาต่อการเข้าทำลายของปลวกทำลายไม้ และแนวทางเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ, น. 55–67. *ใน* ยศนันท์ พรหมโชติกุล. **วิจัยการใช้ประโยชน์ไม้สะเดาเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ**. สำนักวิจัย

และพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

จารุณี วงศ์ข้าหลวง, ยุพาพร สรนุวัตร, ขวัญชัย เจริญกรุง และศจิษฐ์ ชุติภาปกรณ์. 2548. **ความหลากหลายของปลวกในประเทศไทย**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

จารุณี วงศ์ข้าหลวง, วีรวรรณ อมรศักดิ์, สุชาติ ลีละยุทธโยธิน และขวัญชัย เจริญกรุง. 2556. ปลวก, น. 60–89. *ใน* สุรเชษฐ จามรมาน และวรรณพร ศรีสุคนธรัตน์. **คู่มือผู้ควบคุมการใช้วัตถุอันตรายเพื่อใช้รับจ้าง**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

ณัฐวุฒิ ธานี. 2557. ความหลากหลายทางชีวภาพของปลวกและความสัมพันธ์กับระบบนิเวศ ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งในพื้นที่ชีวมณฑลสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา. *ใน* **รายงานการวิจัยทุนอุดหนุนปีงบประมาณ พ.ศ. 2553**. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์. 2540. **ความต้านทานของไม้ยางพาราอาบน้ำยาต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พรชัย หอสุวรรณศักดิ์ และ ทิวาวรรณ ประทีป ณ ถลาง. 2553. เครื่องเรือนทำจากไม้มะม่วง. **วารสารวิจัย** 3(1): 10–16.

วรากร เกษมพันธ์กุล. 2544. **ความทนทานของไม้มะพร้าวและไม้ตาลอาบน้ำยาต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ASTM. 1999. **Standard Test Method for Laboratory Evaluation of Wood and Other Cellulosic Materials for Resistance to Termites**. Available source: https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/D3345-74R99.htm, June 10, 2016.

Grace, J. K., A.H.H. Wong, and C.H.M. Tome. 1998. Termite resistance of Malaysian and exotic woods with plantation potential: Laboratory evaluation, P. 1–7. *In* **The 29th Annual Meeting of The International Research Group on Wood Preservation**. 14–19 June 1998. Maastricht, Netherlands.

Iqbal, N., H.A.A. Khan and S. Saeed. 2015. Response of *Microtermes mycophagus* (Isoptera: Termitidae) to twenty one wood species. **PeerJ** 3(e1132): 1-9.

Lee, C.Y., and K.B. Neoh. 2014. Biology of termites and pest status, p. 8–33. *In* C.Y. Lee. **Termites of Singapore A Scientific Guide for Pest Management Professionals**. P&Y Media Sdn Bhd@Delimax (M) Sdn Bhd, Malaysia.

Ngee, P.S., A. Tashiro, T. Yoshimura, Z. Jaall, and C.Y. Lee. 2004. Wood preference of selected Malaysian subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae, Termitidae). **Sociobiology** 43: 535–550.

Roszaini, K., R. Rafeadah, and J. M. Dahlan. 2009. Durability of Malaysian timbers against the Asian subterranean termite *Coptotermes gestroi* Wasmann. **J. Inst. Wood Sci.** 19: 16–21.

Sornnuwat, Y., C. Vongkaluang, and Y. Takematsu. 2004. A systematic key to termites of Thailand. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 38: 349–368.

ศักยภาพการการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนใน 3 ฤดูปลูก

Yield Potential of Field Corn Hybrids Grown under Conventional and Minimum Tillage Method in 3 Seasons

ชลลดา ทรงนิรันดร[1*] สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์[1] เอ็ด สโรบล[1] จุฑามาศ ร่มแก้ว[2] สดใส ช่างสลัก[3] และ สุรพล เช้าฉ้อง[3]

Chonlada Songnirundron[1*], Sarawut Rungmekarat[1], Ed Sarobol[1], Jutamas Romkaew[2], Sodsai Changsaluk[3] and Surapol Chowchong[3]

บทคัดย่อ

ศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนใน 3 ฤดูปลูก วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ วิธีการไถพรวน 2 วิธี ได้แก่ การไถพรวนปกติ (ไถผาน 7 1 ครั้ง และพรวน 1 ครั้ง) และการลดการไถพรวน (พรวน 1 ครั้ง) ปัจจัยรอง คือ ข้าวโพดไร่ลูกผสม 12 พันธุ์ ได้แก่ PAC339, PAC559, CP888 New, CP301, S6248, S7328, DK7979, DK6818, P4554, P4546, NS3 และ SW4452 (พันธุ์เปรียบเทียบ) ผลการศึกษาพบว่า ข้าวโพดไร่ลูกผสมพันธุ์ P4546 และ S7328 มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 8 และ 11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อปลูกในฤดูปลายฝน 2558 ในขณะที่ข้าวโพดไร่ลูกผสมพันธุ์ DK6818, P4546, DK7979, S6248, PAC339 และ PAC559 มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ตั้งแต่ 9-27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกในฤดูแล้ง 2558 และพันธุ์ S6248, P4546, DK7979, PAC559, P4554, S7328, PAC339, NS3 และ DK7979 มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 7-38 เปอร์เซ็นต์

ABSTRACT

Yield potential of field corn hybrids grown under conventional and minimum tillage methods in three seasons were studied. The experiment was arranged as a split plot in RCBD with four replications. Two tillage methods, the conventional and minimum tillage were main plots. Twelve field corn hybrid varieties; PAC339, PAC559, CP 888NEW, CP 301, S6248, S7328, DK7979, DK6818, P4546, P4554, NS3 and SW 4452 (check) were sub plot. The results revealed that field corn hybrid cv. P4546 and S7328 had higher grain yield potential than check varieties 8-11% as grown hybrid varieties in late rainy season 2015, while DK6818, P4546, DK7979, S6248, PAC339 and PAC559 showed higher grain yield than SW4452 from 9-27% in dry season. And hybrid varieties S6248, P4546, DK7979, PAC559, P4554, S7328, PAC339, NS3 and DK7979 gave higher grain yield than SW4452 from 7-38% in early rainy season 2016.

Key Words: field corn hybrid, minimum tillage, conventional tillage, yield, season

*Corresponding author; e-mail: lmiewza_78@hotmail.com

[1] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

[3] ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กลางดง ปากช่อง นครราชสีมา 30320

[3] National Corn and Sorghum Research Center, Kasetsart University, Klang Dong, Pak Chong, NakhonRatchasima 30320

คำนำ

สถานการณ์การผลิตข้าวโพดไร่ของประเทศไทยในปี 2557/58 มีเนื้อที่เพาะปลูก 7.40 ล้านไร่ ลดลงจาก 7.54 ล้านไร่ จากปี 2556/57 เพราะเกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนดีกว่า ในปี 2557/58 ผลผลิตลดลงร้อยละ 0.99 แต่ความต้องการใช้มี 5 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 4.72 ล้านตันในปี 2556/57 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) แต่ปัจจุบันปัญหาความแห้งแล้ง การเลือกเวลาปลูกที่ไม่เหมาะสม และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันมีผลกระทบที่สำคัญอย่างมากต่อปริมาณการผลิตพืช โดยส่วนใหญ่ประเทศไทยจะปลูกข้าวโพดได้ 3 ฤดูกาล คือ ฤดูต้นฝน (เริ่มเดือนเมษายน หรือพฤษภาคม) ในช่วงนี้ผลผลิตจะได้รับความเสียหายเป็นอย่างมาก เนื่องจากประสบกับภาวะความแห้งแล้งจากการทิ้งช่วงของฝน เมล็ดมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินสูง เพราะเก็บเกี่ยวในช่วงที่มีความชื้นสูง แต่ทำให้ความสูงของลำต้น ความสูงของฝัก รวมถึงผลผลิตจะสูง คือได้รับช่วงแสงในแต่ละวันมากกว่าฤดูอื่นๆ ส่วนฤดูปลูกที่มีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมากคือปลายฝน (เริ่มเดือนกรกฎาคม หรือสิงหาคม) ช่วงนี้จะช่วยหลีกเลี่ยงภาวะแห้งแล้งในต้นฤดูฝน ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดี เพราะจะมีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินน้อย แต่ผลกระทบจากโรคต่างๆ มีมากกว่า เพราะสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการระบาดของโรคไม่ว่าจะเป็นโรคทางลำต้น ราก และใบซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับน้ำฝนมากเกินไป (เกรียงศักดิ์, 2535) จากผลการทดสอบพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม 7 พันธุ์ในสภาพภูมิอากาศของฤดูกาลต่างๆ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติของปีการผลิต 2548/49 พบว่าผลผลิตข้าวโพดไร่สูงสุดเมื่อปลูกในฤดูแล้ง รองลงมาเป็นต้นฤดูฝน และฤดูปลายฝนให้ผลผลิตต่ำสุด ซึ่งในการผลิตข้าวโพดในแต่ละฤดูกาลปลูกนั้นจะให้ผลผลิตที่แตกต่างกันออกไป (เกรียงศักดิ์ และคณะ, 2555) และฤดูแล้ง (เริ่มเดือนพฤศจิกายน หรือธันวาคม) ในช่วงนี้พืชจะได้รับน้ำไม่เพียงพอ แต่ผลผลิตเมล็ดจะมีสารอะฟลาทอกซินน้อย เพราะเก็บเกี่ยวในช่วงที่มีความชื้นต่ำ (เกรียงศักดิ์, 2535) นอกจากนี้การปลูกข้าวโพดจะมีการเตรียมดิน เพื่อปรับสภาพพื้นดินให้มีความสม่ำเสมอ กำจัดวัชพืชขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง (Brady and Weil, 2008) เช่นเดียวกับวีระศักดิ์ และคณะ (2545) ที่พบว่าการเจริญเติบโตวิธีการไถพรวนแบบปกติในความสูงต้น และความสูงฝักสูง แต่ถ้ามีการไถพรวนมากเกินไป เป็นการเร่งให้อินทรียวัตถุในดินย่อยสลายเร็ว เกิดแผ่นแข็งที่ผิวดินชั้นดานไถพรวน ทำให้อัตราการดูดซึมน้ำของดินลดลง ผลกระทบที่ตามมาคือ เกิดการไหลบ่าของผิวหน้าดินเพิ่มขึ้น (Haene *et al*., 2008) ดังนั้นการลดการไถพรวน สามารถลดต้นทุนการผลิต และอนุรักษ์ดิน นอกจากนี้พันธุ์ข้าวโพดไร่ก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพด เพื่อเพิ่มแนวทางเลือกให้กับเกษตรกรในการผลิตข้าวโพด และกระจายผลผลิตภายในประเทศ การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนในฤดูต้นฝน ปลายฝน และฤดูแล้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกข้าวโพดไร่ลูกผสมจำนวน 12 พันธุ์ ที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติในฤดูปลายฝน 2558 (20 สิงหาคม - 14 ธันวาคม 2558) ฤดูแล้ง 2558 (18 ธันวาคม 2558 - 4 เมษายน 2559) และฤดูต้นฝน 2559 (6 พฤษภาคม - 19 สิงหาคม 2559) วางแผนการทดลองแบบ split plot in Randomized Complete Block Design (RCBD) ปัจจัยหลัก คือวิธีการไถพรวน 2 วิธี ได้แก่ การไถพรวนปกติ (ไถผาน 7 จำนวน 1 ครั้ง และพรวน จำนวน 1 ครั้ง) และการลดการไถพรวน (พรวน จำนวน 1 ครั้ง) ปัจจัยรอง คือข้าวโพดไร่

ลูกผสม 12 พันธุ์ ได้แก่ PAC339, PAC559 (บริษัท แฟซิฟิค เมล็ดพันธุ์ จำกัด) CP888 New, CP301 (บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ้วส จำกัด) S6248, S7328 (บริษัท ซินเจนทา ซีดส์ จำกัด) DK7979, DK6818 (บริษัท มอนซานโต้ ไทยแลนด์ จำกัด) P4554, P4546 (บริษัท ไพโอเนีย ไฮ-เบรด (ไทยแลนด์) จำกัด), NS3 (กรมวิชาการเกษตร) และ SW4452 (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อย 4 แถว แต่ละแถวยาว 5 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้น 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกจำนวน 2 ต้นต่อหลุม ควบคุมวัชพืชก่อนงอกด้วยสารกำจัดวัชพืชเพนดิเมธาลินร่วมกับอะทราซีนอัตรา 640 + 640 มล.ต่อน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วันหลังปลูก ถอนแยกเหลือ 1 ต้นต่อหลุม ต่อมาเมื่อข้าวโพดอายุ 30 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีการให้น้ำแบบสปริงเกอร์และอาศัยน้ำฝน บันทึกข้อมูลความสูงต้น ความสูงฝัก วันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ วันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นของเมล็ด เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และผลผลิต

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมภายใต้สภาพการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน ฤดูปลายฝน 2558

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน ฤดูปลายฝน 2558 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ไม่มีผลทำให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)โดยมีผลผลิตตั้งแต่ 713-1,161 กิโลกรัมต่อไร่ และทั้ง 12 พันธุ์ มีผลผลิตเมล็ดโดยเฉลี่ย 962 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ P4546 มีผลผลิตมากที่สุด คือ 1,161 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ S7328 ที่ให้ผลผลิตเมล็ด 1,132 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ SW4452 จะเห็นได้ว่าพันธุ์ P4546 และ S7328 มีผลผลิตมากกว่า 11 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ DK6818 มีผลผลิตต่ำที่สุด คือ 713 กิโลกรัมต่อไร่ จะเห็นได้ว่า SW4452 ให้ผลผลิตดีกว่าข้าวโพดไร่ลูกผสม จำนวน 9 พันธุ์ คิดเป็น 5-32 เปอร์เซ็นต์

ในขณะที่พันธุ์ DK7979, PAC559 และ DK6818 มีผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ NS3 อยู่ระหว่าง 3-23 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) วันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยพันธุ์ CP301 มีอายุวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์นาน 56 วัน และมีวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพันธุ์ S7328 และCP301 ใช้เวลานานที่สุด 61 วัน นอกจากนี้ความสูงต้นและความสูงฝักของข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ มีแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับความชื้นของเมล็ดข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยข้าวโพดไร่ลูกผสมพันธุ์ S7328 มีความชื้นของเมล็ด 23.9 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ P4546, SW4452, PAC339, P4554, NS3 และ PAC559 ในขณะที่พันธุ์ CP888 New มีความชื้นของเมล็ดต่ำที่สุด คือ 18.3 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมภายใต้สภาพการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน ฤดูแล้ง 2558

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน ฤดูแล้ง 2558 พบว่า ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ มีผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลผลิตเฉลี่ย 741 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพันธุ์ DK6818 มีผลผลิตมากที่สุด คือ 878 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการให้ผลผลิตกับพันธุ์ SW4452 จะเห็นได้ว่าพันธุ์ DK6818, P4546, DK7979, S6248, PAC339 และ PAC559 มีผลผลิตมากกว่า 9-27 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ CP301 และ NS3 ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ SW4452 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) สำหรับวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์ โดยพันธุ์ PAC559 มีวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ 70 วัน แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์

SW4452 และ CP301 พันธุ์ที่มีวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์เร็วที่สุด คือพันธุ์ DK6818 มีวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ 61 วัน สำหรับวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ โดยพันธุ์ DK6818 มีวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์เร็วที่สุด 61 วัน ขณะที่วันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ช้าสุด คือพันธุ์ PAC559 และ CP301 ที่ 70 วัน ด้านความสูงต้นและความสูงฝักของข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 9 พันธุ์ความสูงต้นแตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ PAC335, PAC559 และ CP301 ที่มีความสูงต้นต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ เช่นเดียวกับความสูงฝัก (Table 2) ความชื้นของเมล็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวโพดไร่ลูกผสมพันธุ์ PAC559 มีความชื้นของเมล็ดสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ในขณะที่พันธุ์ P4546 มีความชื้นของเมล็ดต่ำที่สุด และข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวโพดไร่ลูกผสม 10 พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่าพันธุ์ S6348 และ SW4452 (Table 2)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมภายใต้สภาพการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน ฤดูต้นฝน 2559

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน ฤดูต้นฝน 2559 พบว่า ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ มีผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ และมีผลผลิตเฉลี่ย 958 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพันธุ์ S6248 มีผลผลิตมากที่สุด คือ 1,177 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการให้ผลผลิตกับ SW4452 จะเห็นได้ว่า S6248, P4546, DK7979, PAC559, P4554, S7328, PAC339, NS3 และ DK7979 มีผลผลิตมากกว่า 7-38 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ CP888 New, DK6818 และ CP301 ให้ผลผลิตต่ำกว่า SW4452 คิดเป็น 2-27 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ มีวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์ โดย PAC559 มีวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ช้าที่สุด คือ 58 วัน พันธุ์ที่มีวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์เร็วที่สุด คือ DK6818 มีวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ 54 วัน สำหรับวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์นั้น พันธุ์ PAC559, S6248 และ DK7979 มีวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ช้าที่สุด คือ 58 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับ P4546, S7328 และ NS3 ที่มีวันออกไหม 57 วัน สำหรับพันธุ์ DK6818 มีวันออกไหมเร็วที่สุด คือ 54 วัน ในขณะที่ความสูงต้นและความสูงฝักของข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ NS3, SW4452, S7328 และ P4546 มีความสูงต้นสูงกว่าข้าวโพดไร่ลูกผสมพันธุ์อื่น ๆ ในขณะที่พันธุ์ NS3, S7328, SW4452 และ CP888 New มีความสูงฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) สำหรับความชื้นของเมล็ดและเปอร์เซ็นต์กะเทาะของข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ที่ปลูกภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความชื้นของเมล็ด 18-22 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ 80-87 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) จากการทดสอบพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์เปรียบเทียบศักยภาพการให้ผลผลิตใน 3 ฤดูปลูก ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่า ฤดูปลายฝนให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาเป็นฤดูแล้ง ในขณะที่การปลูกข้าวโพดไร่ลูกผสมในฤดูต้นฝนให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด ในขณะที่การปลูกพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม 7 พันธุ์ภายใต้สภาพภูมิอากาศของฤดูกาลต่างๆ พบว่า ผลผลิตข้าวโพดไร่สูงสุดเมื่อปลูกในฤดูแล้ง รองลงมาเป็นฤดูฝน และฤดูปลายฝนให้ผลผลิตต่ำสุด ซึ่งในการผลิตข้าวโพดในแต่ละฤดูกาลปลูกนั้นจะให้ผลผลิตที่แตกต่างกันออกไป (เกรียงศักดิ์ และคณะ, 2555) เช่นเดียวกับ วีระศักดิ์ และคณะ (2545) ศึกษาการปลูกข้าวโพดไร่โดยไม่ไถพรวนในแปลงเกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก พบว่า การปลูกแบบไม่ไถพรวน จะให้ผลผลิตต่ำกว่าการไถพรวนปกติเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Table 1 Combined yield and agronomic data of field corn hybrids grown under conventional tillage and minimum tillage in late rainy season 2015 at National Corn and Sorghum Research Center

Entry	Variety	Origin	Grain yield (Kg/rai)	Relative to check		Relative to mean (%)	Days to 50% tassel	Days to 50% silk	Plant height (cm)	Ear Height (cm)	Moisture content (%)	Shelling (%)
				SW4452 (%)	NS3 (%)							
1	P4546	Pioneer	1,161	111	126	121	53 cd	59 b-d	187	101	22.7 a-c	84.8
2	S7328	Syngenta	1,132	108	123	118	55ab	61 a	189	97	23.9 a	80.3
3	S6248	Syngenta	999	95	108	104	53 cd	59 cd	188	96	22.3 b-d	80.9
4	PAC339	Pacific	983	94	107	102	55 ab	58 cd	191	102	22.9 a-c	85.2
5	P4554	Pioneer	952	91	103	99	52 d	59 cd	197	104	22.9 ab	82.7
6	CP301	Charoenpokphan	937	89	102	97	56 a	61 a	190	100	20.8 e	79.9
7	CP888 New	Charoenpokphan	936	89	101	97	55 ab	58 cd	186	99	18.3 f	80.5
8	DK7979	Monsanto	898	86	97	93	54 b-d	58 cd	187	97	21.4 c-d	82.8
9	PAC559	Pacific	860	82	93	93	54 b-d	59 b-d	192	102	22.6 a-d	81.7
10	DK6818	Monsanto	713	68	77	74	53 cd	58 b	180	105	20.2 e	82.0
11	NS3	DOA	923	88	100	100	55 ab	58 cd	191	104	22.9 a-c	85.2
12	SW4452 (check)	KU	1,049	100	114	109	54 b-d	60 bd	189	93	23.2 ab	81.9
	Mean		962	92	104	101	54	59.0	190	100	22.0	82.3
	C.V. (%)		25	-	-	-	3.7	2.1	6.6	9.9	5.1	5.8
	F-test		ns	-	-	-	*	**	ns	ns	**	ns

[1] Means within the same column followed by the same letters are not significantly different at P< 0.05 by DMRT

ns Not significant ** Significant at P < 0.01

Table 2 Combined yield and agronomic data of field corn hybrids grown under conventional tillage and minimum tillage in dry seasons 2016 at National Corn and Sorghum Research Center

Entry	Variety	Origin	Grain yield	Relative to check		Relative	Days to	Days to	Plant	Ear	Moisture	Shelling
			yield	SW4452	NS3	to mean	50%	50%	height	Height	content	
			(Kg/rai)	(%)	(%)	(%)	tassel	silk	(cm)	(cm)	(%)	(%)
1	DK6818	Monsanto	878 a	127	129	118	61 f	61 e	218 a	121 a-c	16.1 d	79.0 ab
2	P4546	Pioneer	799 ab	115	118	108	67 cd	67 c	204 a	112 cd	16.4 d	80.0 a
3	DK7979	Monsanto	787 ab	114	116	106	65 de	68 bc	210 a	115 b-d	19.0 a-c	79.4 a
4	S6248	Syngenta	767 ab	111	113	104	67 cd	68 bc	211 a	117 a-c	19.1	75.0 c
5	PAC339	Pacific	759 ab	110	112	102	67 cd	67 c	184 b	99 e	17.3 b-d	79.8 a
6	PAC559	Pacific	757 ab	109	112	102	70 a	70 a	189 b	114 b-d	19.9 a	76.4 a-c
7	CP888 New	Charoenpokphan	720 b	104	106	97	64 e	67 c	219 a	118 a-c	16.3 d	77.6 a-c
8	P4554	Pioneer	703 b	102	104	95	65 de	65 d	218 a	123 ab	16.8 d	76.8 a-c
9	S7328	Syngenta	692 b	100	102	93	65 de	67 c	208 a	125 a	16.8 cd	78.4 a-c
10	CP301	Charoenpokphan	666 b	96	98	90	69 ab	70 ab	190 b	107 de	17.3 b-d	75.5 a-c
11	NS3	DOA	678 b	98	100	91	67 cd	67 c	215 a	125 a	15.3 d	78.8 a
12	SW4452 (check)	KU	692 b	100	102	93	69 ab	69 a-c	208 a	125 a	15.3 d	80.1 bc
	Mean		741	107	109	100	66	67	206	117	17.1	78.0
	C.V. (%)		13.8	-	-	-	2.5	2.5	4.8	5.6	9.1	3.2
	F-test		**	-	-	-	**	**	**	**	**	**

[1] Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different at P< 0.05 by DMRT

ns Not significant ** Significant at P < 0.01

Table 3 Combined yield and agronomic data of field corn hybrids grown under conventional tillage and minimum tillage the early in seasons 2016 at National Corn and Sorghum Research Center

Entry	Variety	Origin	Grain yield	Relative to check		Relative to mean	Days to 50%	Days to 50%	Plant height	Ear Height	Moisture content	Shelling
				SW4452	NS3							
			(Kg/rai)	(%)	(%)	(%)	tassel	silk	(cm)	(cm)	(%)	(%)
1	S6248	Syngenta	1,177 a[1]	138	119	123	57 ab	58 a	190 bc	96 b-e	22.3 a	84.4 b-d
2	P4546	Pioneer	1,118 ab	130	113	117	56 a-d	57 b-d	220 ab	96 b-e	20 a-c	83.4 b-d
3	PAC559	Pacific	1,085 ab	127	109	113	58 a	58 a	173 de	93 c-e	22.3 a	85.3 ab
4	P4554	Pioneer	1,065 a-c	124	108	111	55 de	55 de	203 a	99 bc	20.0 ab	86 ab
5	S7328	Syngenta	1,035 a-c	121	105	108	57 ab	57 b-d	193 a-c	106 ab	20.4 b-d	82.3 de
6	PAC339	Pacific	991 b-d	116	100	103	55 c-e	55 de	165 c	87 e	20.9 a-d	87.4 a
7	DK7979	Monsanto	916 c-e	107	93	96	56 a-d	58 a	185 c	97 b-d	21.6 ab	84.1 b-d
8	CP301	Charoenpokphan	840 de	98	85	88	55 de	55 de	172 de	89 de	19.9 d	84 b-d
9	DK6818	Monsanto	801 e	94	81	84	54 e	54 e	182 cd	92 c-e	19.4 cd	82.3 c-e
10	CP888 New	Charoenpokphan	625 f	73	63	65	56 a-d	56 cd	184 c	104 ab	17.6 e	79.8 e
11	NS3	DOA	987 b-d	115	100	103	57 ab	57 b-c	197 ab	112 a	21.1 b-d	85.9 ab
12	SW4452 (check)	KU	856 de	100	87	89	56 a-d	56 cd	185 c	105 ab	21 b-d	85.9 ab
	Mean		958	111	99	100	56	56	186	98	20.5	84.0
	C.V. (%)		15.3				2.3	2.1	4.1	6.8	5.5	2.3
	F-test		**				**	**	**	**	**	**

[1] Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different at P< 0.05 by DMRT

ns Not significant ** Significant at P < 0.01

สรุป

จากการปลูกข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวนในฤดูปลายฝน 2558 ฤดูแล้ง 2558 และฤดูต้นฝน 2559 พบว่าข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์มีศักยภาพในการให้ผลผลิตแตกต่างกัน ดังนี้ ลูกผสมพันธุ์ P4546 และ S7328 มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 8-11 เปอร์เซ็นต์เมื่อปลูกในฤดูปลายฝน 2558 ในขณะที่พันธุ์ DK6818, P4546, DK7979, S6248, PAC339 และ PAC559 มีผลผลิตสูงกว่า SW4452 9-27 เปอร์เซ็นต์เมื่อปลูกในฤดูแล้ง 2558 และพันธุ์ S6248, P4546, DK7979, PAC559, P4554, S7328, PAC339, NS3 และ DK7979 มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ SW4452 7-38 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2558 และขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านสถานที่ทดลอง วัสดุและอุปกรณ์ ตลอดจนบุคลากรจึงทำให้งานวิจัยสำเร็จตามเป้าหมาย

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ สุวรรณธราดล. 2535. ข้อพิจารณาบางประการในการเปลี่ยนแปลงฤดูปลูกข้าวโพด, น. 1-13. ***ใน*** **เอกสารประกอบการบรรยายในการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 23**. ณ โรงแรมแกรนด์จอมเทียนพาเลซ พัทยา, ชลบุรี.

เกรียงศักดิ์ สุวรรณธราดล, พาโชค พงษ์พานิช และ สรรเสริญ จำปาทอง. 2555. สามทศวรรษของธุรกิจเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมในประเทศไทย. **แก่นเกษตร** 40 (4): 16-30.

วีระศักดิ์ เกิดแสง, สมชาย บุญประดับ และ อัมพร สุวรรณเมฆ. 2545. การศึกษาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาโดยไม่ไถพรวนในเขตจังหวัดพิษณุโลก, น. 87. *ใน* **การประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 1**. มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, พิษณุโลก.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2558**. แหล่งที่มา: www.oae.go.th/download/document_tendency/journalofecon2558.pdf, 23 พฤษภาคม 2559.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils**. 13th ed. Prentice Hall, New Jersey.

Haene, K., J. Vermang, W.M. Cornelis, B.L.M. Leroy, W. Schiettecatte, D. De Neve, S. Gabriels and G. Hofman. 2008. Reduced tillage effects on physical properties of silt loam soils growing root crops. **Soil Till. Res**. 99: 279–290.

การวิเคราะห์ความเหมือนทางพันธุกรรมระหว่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอแบบเอสเอสอาร์

Genetic Similarity Analysis between KDML105 and RD15 Rice Varieties Using SSR Marker

ชญานิศวร์ นนท์ศิริ[1*] ธานี ศรีวงศ์ชัย[2] และ ศรีเมฆ ชาวโพงพาง[3]

Chayanit Nonsiri[1*], Tanee Sreewongchai[2] and Srimek Chowpongpang[3]

บทคัดย่อ

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์กข15 เป็นข้าวที่นิยมปลูกอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีคุณภาพการหุงต้มดีคือนุ่มและมีกลิ่นหอม ซึ่งข้าวพันธุ์กข15 ได้จากการกลายพันธุ์ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อฉายด้วยรังสีแกมมา โดยมีลักษณะที่แตกต่างไปจากพันธุ์เดิมคือสามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น 10-14 วัน ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเหมือนทางพันธุกรรมของข้าวระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอแบบ Simple Sequence Repeat (SSR) จำนวน 226 เครื่องหมายที่กระจายอยู่ทั่วจีโนมทั้ง 12 โครโมโซมของข้าว จากการศึกษาพบว่ามีเครื่องหมายดีเอ็นเอที่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 ได้จำนวน 14 เครื่องหมาย สำหรับการวิเคราะห์ค่าความเหมือนทางพันธุกรรมพบว่าข้าวพันธุ์กข15 มีพันธุกรรมเหมือนกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เท่ากับ 93.81 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบเอสเอสอาร์ สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเหมือนทางพันธุกรรมของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ได้

ABSTRACT

Khaw Dawk Mali 105 (KDML105) and RD15 rice varieties that has been widely popular growth because it have good cooking quality and aromatic. The RD15 rice variety was improved by treated KDML105 seed by gamma irradiation. This variety could be harvested earlier 10-14 days before KDML105. Therefore, objective of this study was to analyze the genetic similarities between KDML105 and RD15 by using Simple Sequence Repeat (SSR) DNA marker. Total 226 markers were selected base on it were distributed throughout 12 chromosomes of rice. The result showed 14 SSR DNA markers could differentiate of genetic region between KDML105 RD15 rice varieties. The RD15 was genetically similar to KDML105 as 93.81 percentage. Therefore, SSR markers could be used to analyze the genetic similarity of the 2 rice varieties.

Key Words: rice, genetic background, SSR

* Corresponding author; e-mail address: koy.chayanit@gmail.com

[1] สาขาพันธุวิศวกรรม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Interdisciplinary Graduate Program in Genetic Engineering, The Graduate School, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900

[3]Department of Plant Pathology , Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวไทยที่มีชื่อเสียงและได้รับความนิยม ข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสง (photoperiod-sensitive rice) และอ่อนแอต่อโรคและแมลง โดยจะออกดอกเมื่อมีช่วงแสงกลางวันสั้นกว่าช่วงแสงวิกฤต (critical day-length) ในช่วงต้นฤดูหนาว ทำให้สามารถเพาะปลูกได้เพียงปีละครั้งหรือเพาะปลูกได้เฉพาะนาปีเท่านั้น (Thanananta *et al*., 2006) เมล็ดข้าวสารมีสีขาวเหมือนดอกมะลิ เมื่อหุงหรือนึ่งสุกจะมีกลิ่นหอม และนิ่มมากกว่าข้าวเจ้าทั่วไป (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2553) ข้าวหอมมะลิมี 2 พันธุ์คือ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 นักปรับปรุงพันธุ์ได้พยายามเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วยการผสมข้ามพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวที่ต้านทานต่อโรคและแมลง โดยนำข้าวขาวดอกมะลิ 105 ผสมกับพันธุ์ Rathu Heenati ที่ต้านทานต่อโรคและแมลงแล้ว คัดเลือกสายพันธุ์ลูกผสมที่มีความต้านทานต่อโรคและแมลงมาผสมกลับกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 และได้พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ต้านทานต่อโรคและแมลง (จิรพงศ์ และคณะ, 2552) อีกวิธีการหนึ่งคือการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของข้าว ด้วยการฉายรังสีเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในจีโนม ปัจจุบันมีข้าวหลายพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์จากการนำข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาฉายรังสี ตัวอย่าง เช่น ข้าวพันธุ์กข15 ได้จากการนำ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มาฉายรังสีแกมมา (gamma ray) ขนาด 150 เกรย์ (gray) แล้วคัดเลือกได้ข้าวพันธุ์กข15 ที่มีลักษณะต้นเตี้ย ซึ่งออกดอกเร็วกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 10-14 วัน และสามารถทนแล้งได้ดี (กรมการข้าว, 2559 ; Wongsawaeng, 2016)

เนื่องจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เหมือนกันมาก ไม่ว่าจะเป็นลักษณะทรงต้น เมล็ด แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างเดียวคือระยะเวลาในการออกดอก จึงทำให้ใช้เวลานานในการแยกความแตกต่างระหว่างสองพันธุ์ เครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker) จึงได้เข้ามามีบทบาทในงานด้านพันธุศาสตร์และการปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างมาก (สรพงศ์, 2554) เช่นใช้ในการศึกษาความเหมือนทางพันธุกรรม การคัดเลือกสายพันธุ์พืชในงานปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือก โดยสามารถคัดเลือกได้หลายลักษณะในเวลาเดียวกัน ความแม่นยำในการคัดเลือก และลดระยะเวลา โดยเฉพาะลักษณะที่คัดเลือกได้ยากและใช้เวลานาน (จิรพงศ์, 2552) ซึ่งถ้ามีเครื่องหมายดีเอ็นเอที่แยกความแตกต่างระหว่างระหว่างข้าวสองพันธุ์ได้ก็จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการจำแนกและตรวจสอบพันธุ์

เครื่องหมายดีเอ็นเอแบบ Simple Sequence Repeat (SSR) เป็นเครื่องหมายที่จำเพาะเจาะจงตำแหน่งลำดับเบสซ้ำ ที่พบจะการกระจายตัวอยู่ทั่วทั้งจีโนม สามารถตรวจสอบได้ครั้งละหนึ่งตำแหน่ง และให้ผลเป็น co-dominant โดยจำนวนซ้ำในพืชแต่ละชนิดไม่เท่ากันทำให้เกิดความผันแปรซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้เทคนิค PCR เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ซึ่งในบริเวณที่มีลำดับเบสซ้ำตั้งอยู่ ความยาวของชิ้นส่วน PCR ที่แตกต่างกันคือผลของจำนวนซ้ำของลำดับเบสที่ไม่เท่ากัน (จิรพงศ์, 2552) ดังนั้นการศึกษานี้จึงใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอแบบ SSR ศึกษาข้อมูลความเหมือนและความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าว เพื่อใช้ในหาความเหมือนและความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวสองพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข15

เครื่องหมายดีเอ็นแบบ SSR

Chr.1	Chr.2	Chr.3	Chr.4	Chr.5	Chr.6	Chr.7	Chr.8	Chr.9	Chr.10	Chr.11	Chr.12
RM495	RM154	RM60	RM307	RM507	RM133	RM436	RM408	RM316	RM474	RM286	RM415
RM428	RM211	RM22	RM551	RM2010	RM170	RM295	RM152	RM444	RM7217	RM3717	RM3483
RM84	RM405	RM489	RM518	RM413	RM510	RM4098	RM38	RM524	RM222	RM1812	RM19
RM1	RM53	RM545	RM5688	RM7444	RM204	RM125	RM2819	RM105	RM216	RM5599	RM491
RM283	RM71	OSR16	RM6314	RM13	RM225	RM501	RM8243	RM3912	RM4455	RM332	RM247
RM259	RM452	OSR13	RM471	RM437	RM276	RM6872	RM25	RM409	RM239	RM4504	RM512
RM578	RM521	RM7	RM7396	RM5994	RM6701	RM1253	RM544	RM5122	RM596	RM552	RM83
RM312	RM300	RM251	RM3524	RM5140	RM136	RM11	RM44	RM3600	RM467	RM6115	RM101
RM129	RM465	RM563	RM564	RM598	RM8226	RM7110	RM3153	RM410	RM8202	RM479	RM277
RM5	RM561	RM282	RM1136	RM509	RM564	RM533	RM404	RM288	RM258	RM536	RM1261
RM34	RM341	RM338	RM241	RM459	RM7551	RM10	RM8264	RM201	RM171	RM6091	RM519
RM237	RM475	RM156	RM317	RM39	RM3827	RM455	RM339	RM6971	RM3123	RM6272	RM313
RM443	RM106	RM16	RM252	RM3663	RM7434	RM1132	RM195	RM215	RM484	RM287	RM309
RM128	RM526	RM426	RM6748	RM188	RM5371	RM234	RM284	RM205	RM590	RM457	RM463
RM543	RM573	RM55	RM3335	RM161	RM454	RM118	RM556			RM4601	RM270
RM265	RM6	RM416	RM303	RM6313	RM162	RM134	RM256			RM6440	RM1103
RM472	RM425	RM571	RM6441	RM178	RM461	RM6650	RM6948			RM206	RM3739
RM431	RM208	RM514	RM124	RM1054	RM494	RM172	RM433			RM1233	RM235
OSR23	RM48	RM442	RM280	RM87	RM400	RM428	RM3778			RM224	RM17
RM414	RM 535	RM85	RM559	RM334	RM141		RM447			RM144	

Figure 1 The 226 SSR marker scattered throughout the genome, 12 chromosomes

การทำปฏิกิริยา Polymerase Chain Reaction (PCR)

การทำปฏิกิริยา PCR ใช้ชุด Phire®Plant Direct PCR Kit เป็นชุด Kit โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ นำใบข้าวมาเจาะด้วย Harris UNI-CORETM จะได้เนื้อเยื่อรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร (จำนวน 5 ชิ้น) ใส่ลงในหลอด PCR เตรียม Master mixture (ส่วนประกอบใน PCR reaction) โดยต้องการปริมาตรรวมในหลอด PCR เท่ากับ 10 ไมโครลิตร และเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาลูกโซ่ โดยขั้นตอนการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนดีเอ็นเอด้วยเครื่องพีซีอาร์ ประกอบด้วย Initial denaturation 98°C นาน 5 นาที, denaturation 98°C นาน 5 นาที, annealing 58°C นาน 5 นาที, extension 72°C นาน 5 วินาที, Final extension 72°C นาน 1 นาที, จำนวน 40 รอบและวิเคราะห์ผลจากการทำปฏิกิริยา PCR ตรวจสอบ PCR product โดย 6%Polyacrylamide Gel Electrophoresis (PAGE) และย้อมเจลด้วย silver nitrate ($AgNO_3$) ตามวิธีการของ Benbouza *et al*. (2006)

การวิเคราะห์ความเหมือนทางพันธุกรรม

บันทึกข้อมูลแถบดีเอ็นเอของข้าว ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ (polymorphic band) โดยให้ค่าการปรากฏของแถบดีเอ็นเอของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็น A และให้ค่าการปรากฏของแถบดีเอ็นเอของข้าวพันธุ์กข15 เป็น B โดยวิเคราะห์ความเหมือนทางพันธุกรรมเป็นเปอร์เซ็นต์ และแสดงผลความเหมือนและความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวทั้งสองพันธุ์ในแต่ละโครโมโซมโดยใช้โปรแกรม Graphical genotypes (http://ggt.software.informer.com/2.0/)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอแบบ Simple Sequence Repeat (SSR) ทดสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 จำนวน 226 เครื่องหมายที่กระจายอยู่ทั่วจีโนมทั้ง 12 โครโมโซม (Figure2) พบว่าการนำเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบเอสเอสอาร์มาใช้สำหรับตรวจสอบความเหมือนและความแตกต่างทางพันธุกรรมมีความแม่นยำ (วราพงศ์, 2554) จึงทำให้พบเครื่องหมายดีเอ็นเอของข้าวทั้งสองพันธุ์จำนวน 212 เครื่องหมายที่ให้ผลเป็นแบบไม่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม โดยคิดเป็นค่าความเหมือนทางพันธุกรรมเท่ากับ 93.81 เปอร์เซ็นต์ (Table1) และพบว่ามีเครื่องหมายที่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างทั้ง 2 พันธุ์ได้จำนวน 14 เครื่องหมาย ซึ่งวางตัวอยู่บนอยู่บนโครโมโซมที่ 2 คือ RM48 โครโมโซมที่ 4 คือ RM252 โครโมโซมที่ 8 คือ RM544 RM404 RM6948 โครโมโซมที่ 9 คือ RM316 โครโมโซมที่ 11 คือ RM5559 RM332 RM552 RM287 โครโมโซมที่ 12 คือ RM313 RM309 RM463 RM1103 คิดเป็นค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมเท่ากับ 6.19 เปอร์เซ็นต์ (Table1) ซึ่งความแตกต่างทางพันธุกรรมที่พบอาจเกิดจากการฉายรังสีจึงทำให้ข้าวพันธุ์กข15 ออกดอกเร็วกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 10-14 วัน (กรมการข้าว, 2559) แต่ยังคงมีลักษณะทางด้านคุณภาพเหมือนกันกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Table 1 Number of markers, monomorphic and polymorphic markers between KDML105 and RD15 varieties

Chromosome	Number of markers	Number of Monomorphic markers	Number of Polymorphic markers	Monomorphic (%)	Polymorphic (%)
1	20	20	0	100.00	0.00
2	20	19	1	95.00	5.00
3	20	20	0	100.00	0.00
4	20	19	1	95.00	5.00
5	20	20	0	100.00	0.00
6	20	20	0	100.00	0.00
7	19	19	0	100.00	0.00
8	20	17	3	85.00	15.00
9	14	13	1	92.86	7.14
10	14	14	0	100.00	0.00
11	20	16	4	80.00	20.00
12	19	15	4	78.95	21.05
Total	-	-	-	93.90	6.10
Genetic similarity(%)	226	212	14	93.81	6.19

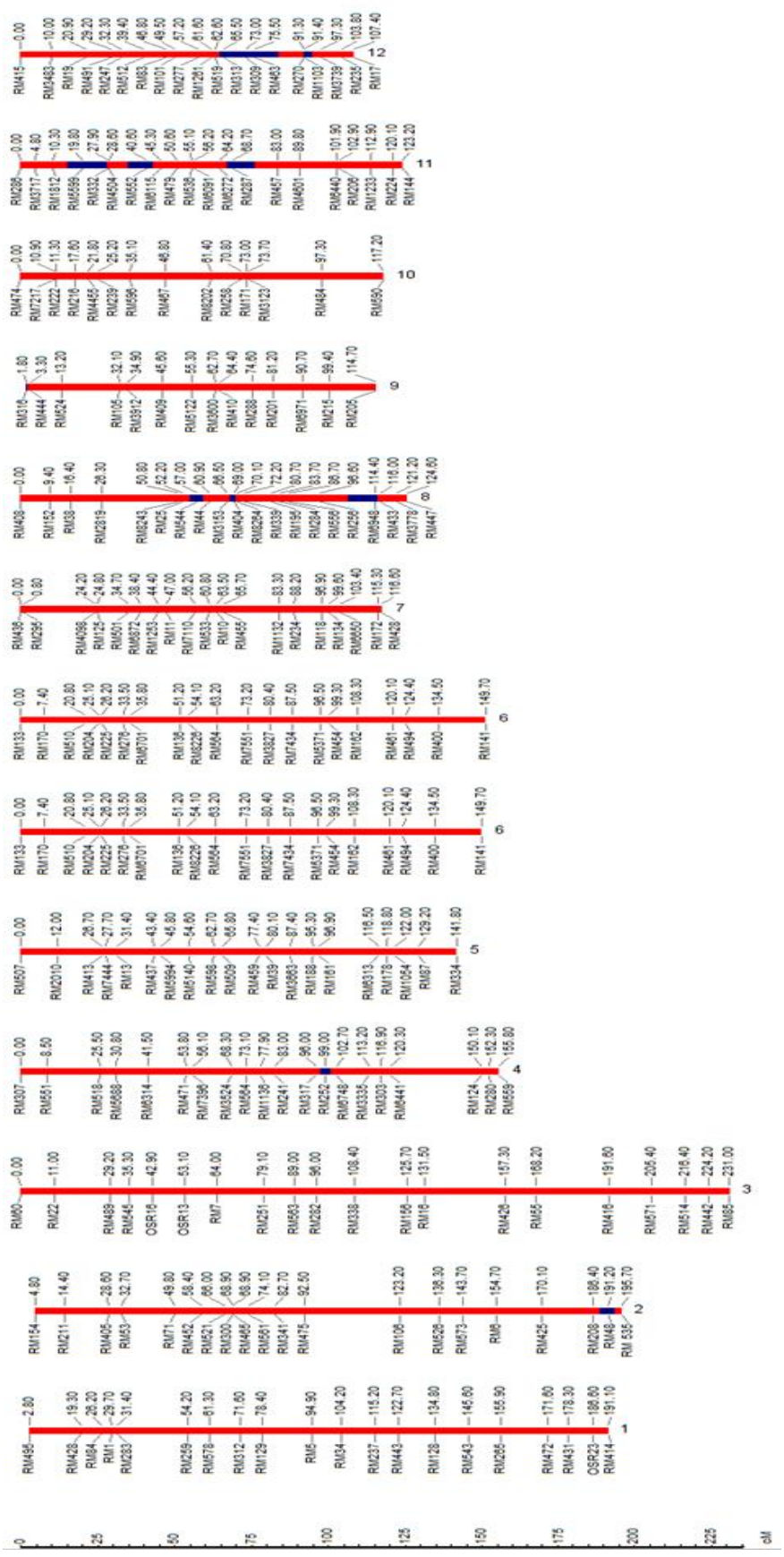


Figure 2 Genetic similarity between KDML105 and RD15 varieties on chromosome1-12

★ Genetic background similar between KDML105 and RD15 rice varieties

● Genetic background difference between KDML105 and RD15 rice varieties

สรุป

การศึกษาความเหมือนทางพันธุกรรมของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์กข15 ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบ SSR จำนวน 226 เครื่องหมาย พบว่าข้าวทั้งสองพันธุ์มีค่าความเหมือนทางพันธุกรรมเป็น 93.81 เปอร์เซ็นต์ และพบความแตกต่างทางพันธุกรรม 6.19 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบ SSR สามารถนำมาใช้ในการหาความเหมือนและความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวและสามารถลดระยะเวลาในการตรวจสอบได้ เนื่องจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข15 มีลักษณะที่เหมือนกันมากไม่ว่าจะเป็น ลักษณะทรงต้น เมล็ด แต่จะมีความแตกต่างกันช่วงเดียวคือการออกดอก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2559. ข้าวหอมมะลิ: **การผลิตให้มีคุณภาพดีและผลผลิตสูง**. แหล่งที่มา: http://www.brrd.in.th 24 ตุลาคม 2559

จิรพงศ์ ใจรินทร์, วราภรณ์ วงศ์บุญ, กิจติพงษ์ เพ็งรัตน์, สงวน เทียงดีฤทธิ์, พิกุล ลีลากุด และ กัลยา สานเสน. 2552. การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมีคุณภาพเมล็ดเหมือนขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้โมเลกุลเครื่องหมาย, น. 187-207, *ใน* **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว**. ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, กรุงเทพฯ.

จิรพงศ์ ใจรินทร์. 2552. โมเลกุลเครื่องหมายเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว, น. 73-108, *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง การใช้โมเลกุลเครื่องหมายเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว**. ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, กรุงเทพฯ.

วราพงษ์ ชมาฤกษ์, พยอม โคเบลลี่, พูนศักดิ์ เมฆวัฒนากาญจน์, พิกุล ลีลากุด และ จิตติมา วงศ์หนองหว้า. 2554. การตรวจสอบความแปรปรวนทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล. **วารสารวิชาการข้าว** 5(1): 41-49.

สรพงศ์ เบญจศรี. 2554. **เครื่องหมายโมเลกุลสำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืช**. 39:350-363.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2553, ข้าวขาวดอกมะลิ 105, **กรมวิชาการเกษตร**, กรุงเทพฯ, 28 น.

Benbouza, H., J.M. Jacquemin, J.P. Baudoin and G. Mergeai. 2006. Optimization of a reliable, fast, cheap and sensitive silver staining method to detect SSR markers in polyacrylamide gels. **Biotechnol. Agron. Soc. Environ.** 10 (2): 77–81.

Thanananta, T., P. Pongtongkam, A. Thongpan, L. Kaveeta and S. Peyachoknagul. 2006. Effect of short day photoperiod on DNA methylation and expression of a gene in rice KDML105. **Afr. J. Biotechnol**. 5: 1375-1382.

Wongsawaeng, D. 2016. **Nuclear Technology.** Available Source: http:// www.ocf.edu, October 20, 2016.

ความทนทานของอนุภาคไวรัส เอ็นพีวี ต่อแสงยูวีด้วยเทคนิค Starch-encapsulation

Persistence of Nucleopolyhedrovirus for Sunlight Ultraviolet through Starch-encapsulation Techniques

สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี [1*] ภัทรพร สรรพนุเคราะห์[1] และ สิทธิศิโรดม แก้วสวัสดิ์[1]

Somchai Suwongsaksri[1*], Phattaraporn Sappanukroh[1] and Sittisirodom Kaewsawat[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อไวรัส เอ็นพีวี หนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua* nucleopolyhedrovirus (SeNPV) ต่อแสงยูวีด้วยเทคนิค Starch-encapsulation โดยเคลือบอนุภาคไวรัส เอ็นพีวี หนอนกระทู้หอม ด้วยสารป้องกันรังสียูวีชนิดต่างๆ ได้แก่ Titanium dioxide, Congo red, Molasses, Carbon charcoal และ Skim milk โดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร (modified tapioca starch) เป็นตัวเคลือบ พบว่าเกิดฟิล์มบางๆ ล้อมรอบอนุภาคไวรัสในทุกกรรมวิธีอย่างชัดเจนเมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน และเมื่อนำไปทดสอบด้วยการผ่านรังสียูวี ชนิดบี ที่เวลาต่างๆ พบว่า การเคลือบด้วยสารป้องกันรังสียูวีทุกชนิดที่คัดเลือกมาทดสอบนี้ ช่วยให้เชื้อไวรัสมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนได้นานขึ้นกว่าเชื้อสดที่ไม่ได้เคลือบสารป้องกันรังสียูวี เมื่อพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อไวรัส (Original activity remaining percentage) พบว่ามีเพียงสาร Titanium dioxide และ Congo red ที่ช่วยให้เชื้อมีชีวิตอยู่รอดได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเชื้อได้รับแสงยูวี ชนิดบีนานถึง 24 ชั่วโมง

ABSTRACT

The study focus on increasing pest control efficacy of *Spodoptera exigua* nucleopolyhedrovirus under ultraviolet light by using UV protectants and starch-encapsulation techniques. By employing starch-encapsulation techniques, different UV protectants such as titanium dioxide, congo red, molasses, carbon charcoal, and skim milk were added to modified tapioca starch to coat the virus. Transmission electron microscope revealed that the process created thin film of protectants around virus particles. The virus, treated with each formulation, was exposed to certain period of UVB light. It was found that, after exposing to UVB, the virus coated with UV protection in all tests were more effective in control the larvae when comparing to the cruded virus. Interestingly, after exposing to 24 hours of UVB, only the virus coated with either titanium dioxide or congo red still maintained not less than 50 percent survival according to the original activity remaining percentage.

Key Words: nucleopolyhedrovirus, Beet armyworm, Starch-encapsulation, original activities remainding percentage

*Corresponding author; e-mail address: **ssusri@yahoo.com**

[1]สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1]Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

คำนำ

พิษตกค้างจากการใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชนอกจากส่งผลกระทบต่อเกษตรกร และสภาพแวดล้อมแล้ว ยังก่อให้เกิดพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรที่ส่งออกไปต่างประเทศของไทย กรมวิชาการเกษตรจึงได้ค้นคว้าวิจัยนำจุลินทรีย์จากธรรมชาติมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืช เพื่อนำไปใช้ลดหรือทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง โดยการค้นคว้าวิจัยไวรัสชนิด Nucleopolyhedrovirus (NPV) ที่พบในประเทศมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืช จุลินทรีย์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูง มีความเฉพาะเจาะจงสูงต่อแมลงเป้าหมาย จึงปลอดภัยต่อแมลงศัตรูธรรมชาติและแมลงที่มีประโยชน์ มีความปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อมสูง และเป็นที่ยอมรับในประเทศที่พัฒนาแล้วว่า ไวรัส NPV เป็นจุลินทรีย์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ควบคุมศัตรูพืช สามารถใช้ร่วมกับวิธีการป้องกันกำจัดอื่นๆ ในระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management) กรมวิชาการเกษตรได้มีนโยบายที่จะสร้างความปลอดภัย ลดการปนเปื้อนและผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ด้วยการหาสิ่งทดแทนเพื่อลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยที่คุณภาพและผลผลิตไม่ลดลงและไม่เพิ่มต้นทุนการผลิต (กรมวิชาการเกษตร, 2542; Matthews,1984) แต่การใช้ไวรัสก็มีข้อจำกัดอยู่บางประการ จากการเสื่อมจากสภาพอากาศที่ร้อนมีแสงแดด โดยเฉพาะรังสียูวีบีในแสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการลดประสิทธิภาพของเชื้อไวรัส ซึ่งสมชัยและคณะ (2556) ได้ทดสอบการสารป้องกันรังสียูวีชนิดต่างๆ ร่วมกับไวรัสเอ็นพีวี หนอนกระทู้หอม พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนกระทู้หอมได้หลายชนิด ได้แก่ Titanium dioxide ที่เป็นสาร reflectant, Congo red ที่เป็นสาร absorbent ดูดกลืนรังสียูวี, Molasses ที่เป็นสาร anti-evaporant ช่วยลดการระเหย, Carbon charcoal ที่เป็นสาร free radical scavenger ลดการเสื่อมสภาพของเชื้อจากรังสียูวี และ Skim milk ที่ช่วยกระตุ้นการกินของหนอนและป้องกันอันตรายรังสียูวีได้เช่นกัน ดังนั้นจึงได้มีความพยายามที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อให้คงทนต่อสภาพแดดจัด ด้วยการผสมสารเพิ่มฤทธิ์ชนิดต่างๆที่กล่าวข้างต้น โดยทำให้สารเพิ่มฤทธิ์เหล่านี้สามารถเคลือบติดไปบนอนุภาคไวรัสตลอดเวลา แม้จะนำไปผสมน้ำเพื่อฉีดพ่นในสภาพไร่ ลดการเสื่อมสภาพของเชื้อไวรัสจากแสงแดด ทำให้อนุภาคไวรัสอยู่ได้นานขึ้นในสภาพไร่ (ทิพย์วดี, 2549; อุทัย, 2537; Herbert,1999)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ทดสอบการเคลือบอนุภาคไวรัส เอ็นพีวี

เคลือบอนุภาคไวรัส เอ็นพีวี ด้วยวิธี Starch-encapsulation โดยดัดแปลงจากวิธีของ Dunkle และ Shasha (1988) ด้วยการนำเชื้อไวรัส เอ็นพีวี หนอนกระทู้หอม มาผสมกับน้ำบริสุทธิ์ และน้ำมันพืชบริสุทธิ์ (refined vegetable oil) จากนั้นนำไปผสมกับสารป้องกันรังสียูวีแต่ละชนิดที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว ได้แก่ Titanium dioxide, Congo red, Molasses, Carbon charcoal และ Skim milk ในอัตรา 4%, 5%,10%, 3% และ 2% ตามลำดับผสมให้เข้ากันกับ modified tapioca starch 30 กรัมและเชื้อไวรัสสด 100 กรัม นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้แป้งคืนตัว (retrogradation) แล้วจึงนำส่วนผสมทุกสูตรทั้งหมดออกมาทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปผสมกับแป้งบริสุทธิ์ที่ผลิตจากธัญพืช โดยปรับอัตราส่วนผสมทั้งหมดให้เชื้อไวรัสมีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ $1x10^9$ PIB/ml นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียดความเร็วสูง DMF 2B ความเร็วรอบ 28,000 รอบต่อนาที แล้วเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แล้วนำไปถ่ายภาพเพื่อดูโครงสร้างของไวรัสใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) และแบบส่องผ่าน (Transmission electron microscope)

2. การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดหนอนกระทู้หอมในห้องปฏิบัติการ

2.1 เตรียมอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนในภาชนะมีฝาปิดขนาดปริมาตร 30 มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวหน้าอาหารเทียมด้วยชีวผลิตภัณฑ์ไวรัส เอ็นพีวี หนอนกระทู้หอม ที่เตรียมเสร็จแล้วในข้อ 1 ถ้วยละ 30 ไมโครลิตร กรรมวิธีละ 30 ถ้วย จำนวน 2 ชุด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 7 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ถ้วย เปรียบเทียบกับเชื้อสด (Crude virus) โดยใช้อัตราความเข้มข้นเช่นเดียวกับอัตราที่แนะนำ คือ 30 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนกรรมวิธีควบคุมใช้น้ำกลั่นเคลือบผิวหน้าอาหารเทียม

2.2 นำถ้วยอาหารเทียมชุดแรกทั้งหมดที่เตรียมเสร็จแล้วไปเข้าตู้ทึบที่ติดหลอดยูวี ชนิดบี ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 250-300 นาโนเมตร แหล่งกำเนิดแสงใช้หลอดยูวีชนิดบี ที่มีกำลังส่องสว่าง (output) 26 วัตต์ต่อ 100 ซั่วโมง จำนวน 2 หลอด ติดตั้งหลอดให้มีระยะครอบคลุมตัวอย่างเท่ากันทั่วพื้นที่สำหรับวางตัวอย่าง และวัดระดับแสงด้วยเครื่องวัดแสงยูวี LT Lutron UV-340 ให้ได้พลังงานแสงตกลงพื้นที่เท่ากับ 1 $\mu W/cm^2$ ระยะห่างของตัวอย่างถึงแหล่งกำเนิดแสงประมาณ 20 เซนติเมตร ให้ถ้วยอาหารเทียมทั้งหมดผ่านรังสียูวีเป็นเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนอาหารชุดที่ 2 ไม่ต้องผ่านแสงยูวี แล้วนำอาหารทั้ง 2 ชุดเก็บที่อุณหภูมิ 6 ± 2°C เพื่อรอทดสอบ Bioassay กับหนอนกระทู้หอม ด้วยวิธี feeding method ต่อไป

2.3 นำถ้วยอาหารเทียมที่ผ่านรังสียูวีและไม่ผ่านรังสียูวี ตามเวลาที่กำหนดไปทดสอบกับหนอนกระทู้หอม วัย 3 ถ้วยละ 1 ตัว กรรมวิธีละ 30 ถ้วย ตรวจนับการตายของหนอนที่ 10 วัน

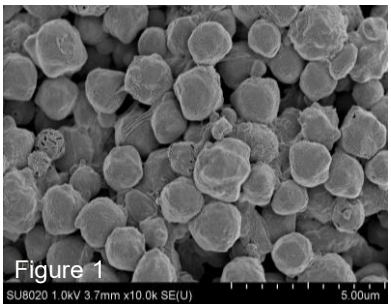
<u>การบันทึกข้อมูล</u>

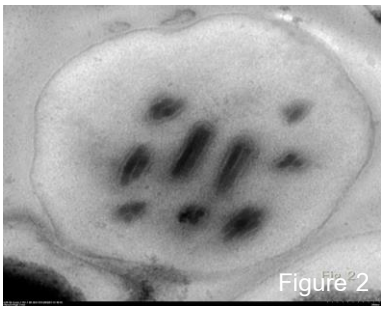
บันทึกจำนวนการตายของหนอนจากการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ ด้วยโปรแกรม IRRISTAT

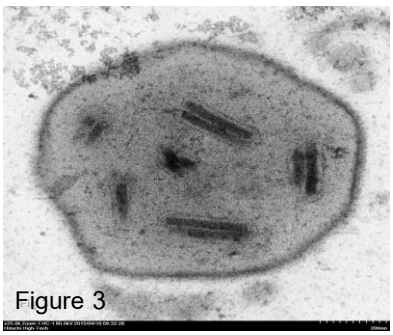
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

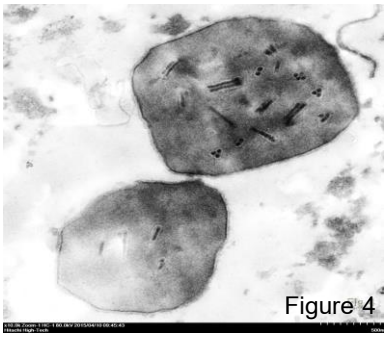
จากการศึกษาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของไวรัส เอ็นพีวี หนอนกระทู้หอม ทำให้เห็นลักษณะพื้นผิวของผลึกโปรตีนได้ละเอียดชัดเจน พบว่ามีลักษณะพื้นผิวเป็นร่องขรุขระเล็กๆ ซึ่งเป็นร่องที่เกิดจากการฝังตัวของ virions ในผลึกโปรตีน ผลึกโปรตีนเหล่านี้มีหลายรูปแบบ แต่ส่วนใหญ่จะพบเป็นรูปทรงกลม และมีขนาดที่แตกต่างกัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.7-2.8 ไมครอน (Figure 1) เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน พบว่าไวรัสชนิดนี้เป็นชนิด multiple embedded เนื่องจากในผลึกโปรตีนมี virion ที่ประกอบด้วยอนุภาคไวรัสตั้งแต่ 1 หรือมากกว่า 1 อนุภาคในผนัง 2 ชั้นที่ล้อมรอบ ซึ่ง virion ก็คืออนุภาคไวรัส (nucleocapsid) ที่มีผนังล้อมรอบแล้ว และขนาดของวิริออนก็จะขึ้นอยู่กับจำนวนอนุภาคไวรัส (Figure 2)

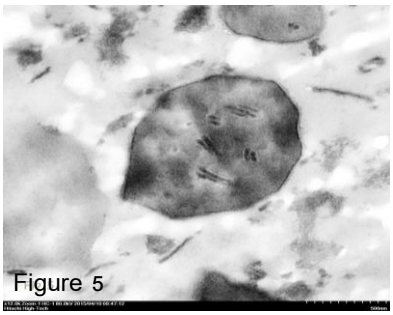
เมื่อทำการเคลือบอนุภาคไวรัส เอ็นพีวี หนอนกระทู้หอม ด้วยวิธี Starch-encapsulation โดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร (modified tapioca strach) ที่มีคุณลักษณะเป็น pregelatinization ด้วยการให้ความร้อนกับแป้งที่แขวนลอยในน้ำ จากนั้นทำให้แห้งด้วยความร้อน แป้งพรีเจลาติไนซ์จะมีความหนืดและ adhesiveness ต่ำกว่าแป้งสุกที่เตรียมใหม่ๆ ช่วยให้อนุภาคถูกเกาะติดกับสารชนิดอื่นได้ดีขึ้น เมื่อทำการเคลือบอนุภาคไวรัสกับสารป้องกันรังสียูวีชนิดต่างๆ ได้แก่ Titanium dioxide, Congo red, Molasses, Carbon charcoal และ Skim milk ผลการศึกษาพบว่า ปรากฏฟิล์มบางๆ ล้อมรอบอนุภาคไวรัสจากสารป้องกันรังสียูวีชนิดต่างๆ ทุกชนิดอย่างชัดเจน (Figure 3-7) เปรียบเทียบภาพของอนุภาคไวรัสก่อนเคลือบด้วยสารป้องกันรังสียูวี (Figure 2) เมื่อมองจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน แสดงให้เห็นว่าการเคลือบอนุภาคไวรัส เอ็นพีวี ด้วยสารป้องกันรังสียูวีชนิดต่างๆ สามารถใช้เทคนิค starch-encapsulation ได้ดี

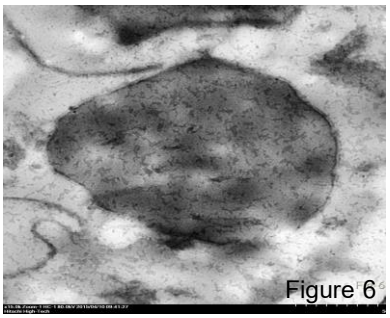












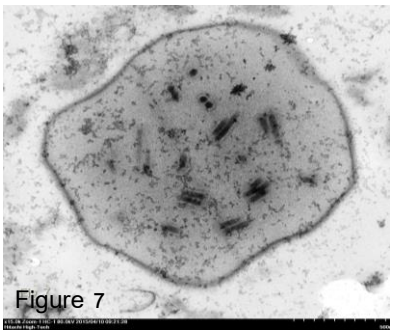


Figure 1 Scanning electron microscope of occlusion bodies of SeNPV

Figure 2 Transmission electron micrograph of occlusion bodies of SeNPV

Figure 3 Electron micrograph of the cross section of SeNPV occlusion bodies after starch encapsulation with titanium dioxide

Figure 4 Electron micrograph of the cross section of SeNPV occlusion bodies after starch encapsulation with congo red

Figure 5 Electron micrograph of the cross section of SeNPV occlusion bodies after starch encapsulation with molasses

Figure 6 Electron micrograph of the cross section of SeNPV occlusion bodies after starch encapsulation with carbon charcoal

Figure 7 Electron micrograph of the cross section of SeNPV occlusion bodies after starch encapsulation with skim milk

เมื่อนำตัวอย่างทั้งหมดไปทดสอบความสามารถในการป้องกันรังสียูวี ด้วยการละลายน้ำ แล้วเคลือบเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ บน plate ก่อนนำไปผ่านแสงยูวี ชนิดบี เป็นเวลา 6 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ อนุภาคไวรัสที่ผ่านการเคลือบด้วยสารป้องกันรังสียูวีเหล่านี้ เมื่อนำไปทดสอบกับหนอนกระทู้หอมวัย 3 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ทดสอบมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนกระทู้หอมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ไวรัสสด (Cruded virus) ที่ไม่มีการเคลือบอนุภาคไวรัส และกรรมวิธีควบคุมที่ใช้น้ำ โดยประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนกระทู้หอมจะลดลงตามระยะเวลาที่ได้รับแสงยูวี เมื่อผ่านแสงยูวีเป็นเวลานานถึง 24 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนกระทู้หอมจะลดลงอย่างชัดเจน โดยไวรัสที่เคลือบด้วย Titanium dioxide และ Congo red มีประสิทธิภาพสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ รองลงมาคือ อนุภาคไวรัสที่เคลือบด้วย Molasses, Carbon charcoal และ Skim milk ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับไวรัสสดและน้ำกลั่น โดยมีเปอร์เซ็นต์ตายของหนอนเฉลี่ย 50.0, 48.6, 40.1, 30.4, 29.3, 12.0 และ .03 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในภาพรวมที่ 24 ชั่วโมง จะพบว่า ไวรัสที่เคลือบด้วย Titanium dioxide มีประสิทธิภาพสูงไม่แตกต่างทางสถิติกับ Congo red รองลงมาเป็นกรรมวิธีที่เคลือบสารป้องกันรังสียูวีชนิดต่างๆ ที่เหลือซึ่งมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าอยู่ระหว่าง 48.6-29.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังคงมีประสิทธิภาพสูงกว่า ไวรัสสดที่มีประสิทธิภาพเพียง 12.0 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

Table 1 Mean percentage mortality of Starch-encapsulated *Spodotera exigua* nucleopoly- hedrovirus (SeNPV) formulated with UV protectants and exposed to simulated sunlight UV for different period of time

Treatment	% Mortality of larvae after UV exposure[1]		
	6 hr.	12 hr.	24 hr.
1. Titanium dioxide	68.2±3.3 a[2]A[3]	60.1±2.6 aAB	50.0±4.3 aB
2. Congo red	62.0±2.1 aA	57.2±1.3 aA	48.6±3.2 aB
3. Molasses	54.6±3.8 abA	48.8±1.4 b AB	40.1±1.6 bB
4. carbon charcoal	50.4±2.9 bA	40.2±1.5 bcB	30.4±0.8 cC
5. Skim milk	52.0±1.3 abA	38.0±0.7 cB	29.3±1.5 cC
6. Crude virus	32.6±4.2 cA	20.4±0.8 dB	12.0±1.2 dC
7. Distilled water	.03± 0.7 dA	.06± 0.8 eA	.03±0.6 eA
C.V. (%)	13.2	18.6	10.4

[1] Percentage mortality of larvae adjusted by Abbott's formula

[2,3] Means followed by the same small letter (within the column) and capital letter (within the rows) do not differ significantly at 95 % by DMRT

เมื่อพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อไวรัส (Original activity remaining percent ;% OAR) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนจากเชื้อไวรัส เอ็นพีวี ที่เคลือบด้วยสารป้องกันแสงยูวีชนิดต่างๆ และได้รับแสงยูวี ณ เวลาที่ศึกษา กับค่าเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนจากเชื้อไวรัส เอ็นพีวี ที่เคลือบด้วยสารป้องกันแสงยูวี แต่ไม่ได้รับแสงยูวี ผลการทดลองที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า เชื้อไวรัสทุกกรรมวิธีที่ไม่ผ่านแสงยูวี มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 94.5-90.0 เปอร์เซ็นต์ โดยกรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนเพียง .03 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อผ่านแสงยูวีแล้วพบว่าทุกกรรมวิธีมีประสิทธิภาพลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ได้ผ่านแสงยูวี โดยกรรมวิธีที่ผ่านแสงยูวีที่เชื้อไวรัสเคลือบด้วย Titanium dioxide และ Congo red มีประสิทธิภาพสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนเฉลี่ย 50.0 และ 48.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีค่าการมีชีวิตรอดของเชื้อสูงถึง 54.1 และ 53.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีเหลือได้แก่ Molasses, Carbon charcoal และ Skim milk มีเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อไวรัส น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อไวรัส เท่ากับ 42.4, 33.7 และ 31.4 ตามลำดับ โดยเชื้อไวรัสสด มีเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเชื้อไวรัส เหลือเพียง 13.3 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

Table 2 Mean percentage mortality and percentage original activity remaining of Starch-encapsulated *Spodotera exigua* nucleopolyhedrovirus (SeNPV) formulated with or without UV protectants and exposed to UVB 24 hours (after 10 days at 25± 2°C)

UV protectants[1]	Sunlight treatment[2]	% mortality of larvae Means± SE	% OAR[4]
1. Titanium dioxide	treated	50.0±4.3 b[3]	54.1
	untreated	92.4±2.4 a	
2. Congo red	treated	48.6±3.2 b	53.3
	untreated	91.2±1.2 a	
3. Molasses	Treated	40.1±1.6 c	42.4
	untreated	94.5±2.5 a	
4. Carbon charcoal	treated	30.4±0.8 c	33.7
	untreated	90.3±3.4 a	
5. Skim milk	treated	29.3±1.5 c	31.4
	untreated	93.2±2.0 a	
6. Cruded virus	treated	12.0±1.2 d	13.3
	untreated	90.0±2.6 a	
7. Distilled water	untreated	.03 ±.06 e	0
C.V. (%)		20.4	

[1] Includes starch-encapsulated SeNPV and UV protectant.

[2]Treat sample were exposed to simulated UVB and untreat sample were not exposed to simulated UVB.

[3] Means followed by the same small letter do not differ significantly at 95 % by DMRT

[4] Percentage of the original activity remaining based on ratio between treated and untreated mortality after exposure for 24 hour to simulated UVB.

จากการศึกษาของสมชัยและคณะ (2556) ได้รายงานถึงประสิทธิภาพของสารป้องกันรังสียูวีชนิดเดียวกับการทดลองนี้ไปผสมกับเชื้อไวรัส เอ็นพีวี โดยไม่ผ่านการเคลือบอนุภาคไวรัส เมื่อผ่านแสงยูวี ชนิดบี พบว่าประสิทธิภาพของเชื้อไวรัสจะยังคงมีประสิทธิภาพได้เพียง 3 ชั่วโมง โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนเฉลี่ยระหว่าง 85.0-89.2 เปอร์เซ็นต์ แต่หลังจากนั้นเชื้อไวรัสจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ในทุกกรรรมวิธี แต่การศึกษานี้ได้เพิ่มระยะเวลาของการรับแสงยูวีให้นานขึ้นถึง 24 ชั่วโมง แม้ว่าเชื้อจะผ่านแสงยูวีนานถึง 6 ชั่วโมง เชื้อไวรัสที่ผ่านการเคลือบด้วยสารป้องกันรังสียูวีก็ยังคงมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการเคลือบอนุภาคไวรัสด้วยสารป้องกันรังสียูวี ด้วยเทคนิค Starch-encapsulatin สามารถยืดระยะเวลาให้เชื้อมีชีวิตอยู่รอดได้นานขึ้นกว่าการผสมเชื้อกับสารป้องกันรังสียูวีแบบธรรมดา สอดคล้องกับการศึกษาของ Ignoffo และ Batzer (1971) ที่รายงานถึงการเคลือบอนุภาคไวรัสด้วยสารป้องกันรังสียูวีโดยเทคนิค Starch-encapsulation จะช่วยให้เชื้อมีชีวิตรอดได้นานขึ้นในสภาพธรรมชาติที่มีแสงแดดเป็นตัวทำลายเชื้อไวรัส ช่วยให้เชื้อไวรัสสามารถกำจัดหนอนได้นานขึ้นกว่าเดิม และวิธีการเคลือบด้วยเทคนิค Starch-encapsulatinในการศึกษานี้ เป็นวิธีปฏิบัติที่ไม่ซับซ้อนไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์พิเศษแต่อย่างใด เนื่องจากใช้แป้งดัดแปรซึ่งมีราคาถูกเป็นตัวเคลือบสารป้องกันรังสียูวีให้ติดบนอนุภาคไวรัส จึงมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการเคลือบด้วยวิธีอื่นๆที่ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะเช่น เครื่อง Spray dryer หรือเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง(Freeze dryer) นอกจากนี้วัตถุดิบที่ใช้นอกจากมีราคาต่ำแล้วยังมีความปลอดภัยสูงต่อเกษตรกรและผู้บริโภค แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ยังอยู่ในระดับห้องปฏิบัติการเป็นส่วนใหญ่ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทดสอบในสภาพไร่ที่มีปัจจัยแวดล้อมจำนวนมากเพื่อให้สามารถยืนยันผลที่ชัดเจนต่อไป

สรุป

จากการศึกษาภาพถ่ายอิเล็กตรอนแบบส่องกราดของไวรัส เอ็นพีวี หนอนกระทู้หอม ทำให้เห็นลักษณะพื้นผิวของผลึกไวรัสที่ประกอบด้วยโปรตีนอย่างชัดเจน พบว่ามีลักษณะพื้นผิวเป็นร่องขรุขระเล็กๆ ซึ่งเป็นร่องที่เกิดจากการฝังตัวของ virions ในผลึกโปรตีน ซึ่งผลึกโปรตีนเหล่านี้มีหลายรูปแบบแต่ส่วนใหญ่จะพบเป็นรูปทรงกลม และมีขนาดที่แตกต่างกันไม่แน่นอน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.7-2.8 ไมครอน ไวรัสชนิดนี้เป็นชนิด multiple embedded มี virion ซึ่งหมายถึง อนุภาคไวรัส (nucleocapsid) ที่มีผนังล้อมรอบ ในแต่ละ virion อาจพบอนุภาคไวรัสได้ตั้งแต่ 1 ถึง 6 อนุภาค การเคลือบอนุภาคไวรัส เอ็นพีวี หนอนกระทู้หอมด้วยเทคนิค Starch-encapsulation รวมกับสารป้องกันรังสียูวี ได้แก่ Titanium dioxide และ Congo จะช่วยป้องกันไม่ให้แสงกระทบต่ออนุภาคไวรัสโดยตรง ทำให้อนุภาคไวรัส สามารถอยู่รอดในสภาพที่โดนแสงแดดได้นานขึ้น และมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนกระทู้หอมดีขึ้นกว่าเดิม

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณคณะทำงานทุกท่านในกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพที่ได้ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มงานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ช่วยเหลือถ่ายภาพอนุภาคไวรัส เอ็นพีวี หนอนกระทู้หอมจนสำเร็จลุล่วงด้วยดีมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2542. **นโยบายการอารักขาพืชของกรมวิชาการเกษตร**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 หน้า.

ทิพย์วดี อรรถธรรม. 2549. **ไวรัสของแมลง : นิวคลีโอโพลิฮีโดรไวรัส**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 395 หน้า.

สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี, ภัทรพร สรรพนุเคราะห์ และ อิศเรส เทียนทัด. 2556. **การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อไวรัส เอ็นพีวี สูตรต่าง ๆที่ผลิตด้วยวิธี** Encapsulation. *ใน* รายงานประจำปี 2556 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

อุทัย เกตุนุติ. 2537. **การควบคุมหนอนกระทู้หอมด้วยเชื้อไวรัส**. กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 16 หน้า.

Dunkle, R. L., and B. S. Shasha. 1988. Starch-encapsulated *Bacillus thuringiensis* : a potential new method for increasing environmental stability of entomopathogens. **Environmental Entomology**. 17: 120-126.

Herbert B. Scher. 1999. **Controlled-Release Delivery Systems for Pesticides**. Marcel Dekker, Inc. new York. 329 pp.

Ignoffo,C. M. and O. P. Batzer. 1971. Microencapsulation and ultraviolet protectants to increase sunlight stability of an insect virus. **Journal of Economic Etomology**. 64: 850-853.

Matthews, G.A. 1984. **Pest management**. Longman Inc. New York. 231 pp.

การคัดเลือกสายพันธุ์งาให้มีลักษณะฝักต้านทานการแตกโดยการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ C plus 1 และสายพันธุ์ KUAOX25 ร่วมกับการคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ

Selection of Sesame varieties for Shatter Resistance by Crossing between C plus 1 and KUAOX25 with Pedigree Selection

ผกาเกศ สมแสง[1] เยาวมาลย์ เขียวสอาด[1] ธนพงษ์ ยอดยิ่งยง[1] วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร[1] และเฉลิมพล ภูมิไชย์[1]

Phakaked Somsaeng[1], Yaowamarn Keawsaard[1], Tanapong Yodyingyong[1], Weerachai Matthayatthaworn[1] and Chalermpol Phumichai[1]

บทคัดย่อ

ปัญหาการแตกของฝักงาเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตลดลง การปรับปรุงพันธุ์เป็นวิธีหนึ่งที่แก้ไขปัญหาได้ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์งาให้มีลักษณะฝักต้านทานการแตก และมีองค์ประกอบผลผลิตสูง โดยทำการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ C plus 1 และสายพันธุ์ KUAOX25 ร่วมกับการคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ ในประชากรลูกรุ่นที่ 2 ได้ศึกษาพันธุกรรมของลักษณะฝักต้านทานการแตกด้วยการทดสอบไคสแควร์ พบมีการกระจายตัวของต้นงาฝักต้านทานการแตก: ฝักแตกเท่ากับ13:3 แสดงว่าลักษณะการแตกของฝักงาควบคุมด้วยยีน 2 คู่ ปฏิกิริยาของยีนเป็นการข่มของยีนต่างตำแหน่ง(epistasis) แบบ Inhibiting action และค่าเฉลี่ยลักษณะการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ความสูงต้น 156.34 เซนติเมตร น้ำหนักต่อฝัก 0.43 กรัม จำนวนฝักต่อต้น 69 ฝัก น้ำหนักฝักต่อต้น 32.71 กรัม และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น 18.46 กรัม คัดเลือกสายพันธุ์งามา 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปปลูกเป็นประชากรรุ่น F_3 และคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความต้านทานการแตกของฝักสูงต่อไป

ABSTRACT

Capsule shattering before or during harvest can cause yield losses and a majority problem of sesame seed production. The objective of the present study was to select the resistance to capsule shattering in the F_2 derived from a cross between C plus 1, a sesame line with shattering-resistant capsules and KUAOX25, a line with shattering-susceptible capsules. Pedigree selection method was applied in F_2 population with the record of plant height, seed weight per capsule, number of capsules per plant, capsule weight per plant and seed weight per plant. Chi square test was significant on 13:3 ratio showing shattering in sesame was controlled by two genes with dominant and recessive interaction. The population mean of plant height was 156.34 cm., seed weight per capsule was 0.43 g, number of capsules per plant was 69 capsule, capsule weight per plant 32.71 g and seed weight per plant 18.46 g. Select sesame varieties 10 percent. To grow the population F_3 and select sesame varieties of high shatter resistance.

Key Words: rice shattering-resistant, sesame, epistasis

* Corresponding author; e-mail address: mindagon70@gmail.com

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Agronomy, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

งาเป็นราชินีแห่งพืชน้ำมันเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง ในเมล็ดงาประกอบด้วยน้ำมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ธาตุอาหาร เยื่อใย วิตามิน (วาสนา, 2550) ซึ่งโดยองค์ประกอบต่างๆ มากมายของงานี้ ทำให้งาสามารถนำไปใช้งานได้หลายทาง ไม่ว่าจะผลิตเป็นน้ำมันงาเพื่อประกอบอาหาร หรือส่วนผสมในอาหาร ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารเสริมบำรุงร่างกาย ใช้เป็นส่วนประกอบในเวชสำอาง

ในปัจจุบันพันธุ์งาที่ปลูกเป็นพันธุ์การค้าทั่วโลกร้อยละ 99 เป็นพันธุ์ฝักแตกจึงทำให้เมล็ดสูญหายก่อนการเก็บเกี่ยว (Langham, 2001) และราคาที่เกษตรกรขายได้อยู่ที่ 26.03 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ซึ่งถือว่าเป็นราคาที่ต่ำจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้เกษตรกรไม่นิยมปลูกงา สาเหตุดังกล่าวทำให้นักปรับปรุงพันธุ์หันมาปรับปรุงพันธุ์งาให้มีลักษณะฝักไม่แตก ฝักต้านทานการแตก ฝักสุกแก่พร้อมกันหรือให้มีการเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอด ฝักชะลอการแตกหลังสุกแก่ ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาผลผลิตสูญหายได้ (วาสนา , 2550) โดยในปี ค.ศ. 1943 Langham ได้ค้นพบพันธุ์งาที่มีลักษณะไม่แตก 1 ต้นในแปลงปลูกรุ่นที่ 5 ของคู่ผสม Criollo กับ Selection5 (Langham, 1946) สำหรับประเทศไทยได้มีการปรับปรุงพันธุ์งาให้มีลักษณะฝักไม่แตก เช่น งาขาวพันธุ์ C plus 1 และงาขาวพันธุ์ C plus 2 ได้มาจากการคัดเลือกพันธุ์ด้วยวิธีบันทึกประวัติ (pedigree) จากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ Kuds611 กับ S20 โดยมีลักษณะเด่น คือ เมื่อสุกแก่ฝักไม่แตก (วาสนา, 2550)

ดังนั้น การปรับปรุงพันธุ์งาให้มีลักษณะฝักต้านทานการแตกจึงเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อให้มีผลผลิตงาเพิ่มขึ้นได้ โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์งาให้มีลักษณะฝักต้านทานการแตก และมีองค์ประกอบของผลผลิตสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์งาที่ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ คือ พันธุ์ C plus 1 ใช้เป็นพันธุ์แม่มีลักษณะฝักต้านทานการแตก และสายพันธุ์ KUAOX25 ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อมีลักษณะฝักแตก ซึ่งพัฒนาพันธุ์มาจากโครงการปรับปรุงพันธุ์งา ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ผสมพันธุ์งาจำนวน 1 คู่ผสม ได้แก่ C plus 1 x KUAOX25 ที่โรงเรือนปลูกพืชทดลอง ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2558 ได้ปลูกลูกชั่วที่1 (F_1) จำนวน 7 ต้น และในเดือนมกราคม พ.ศ.2559 ได้ปลูกลูกชั่วที่ 2 (F_2) จำนวน 338 ต้นใช้ระยะปลูก 100x10 เซนติเมตร มีการศึกษายีนที่ควบคุมลักษณะฝักต้านทานการแตกในประชากรรุ่นที่ 2 โดยการทดสอบ chi-square (χ^2-test) และบันทึกข้อมูลทางการเกษตร ดังนี้ ความสูงฝักแรก ความสูงต้น น้ำหนัก 1 ฝัก น้ำหนัก 1 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักต้น

วิธีการคำนวณค่า chi-square (χ^2-test) (ประดิษฐ์, 2543)

$$\chi^2 = \sum \left\{ \frac{(O - E)^2}{E} \right\}$$

เมื่อ χ^2 = ค่า chi-square

O = ค่าจากการสังเกต (observed value)

E = ค่าที่คาดหมาย (expected value)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาพันธุกรรมของลักษณะฝักต้านทานการแตกในรุ่นที่ F_2 โดยการทดสอบด้วยไคสแควร์

ในประชากรรุ่น F_2ของคู่ผสม C plus 1 x KUAOX25 จำนวน 221 ต้น พบว่าสามารถจัดลักษณะการแตกของฝักเป็น 2 แบบ คือ ต้นที่มีลักษณะฝักต้านทานการแตกจำนวน 177 ต้น และต้นที่มีลักษณะฝักแตกจำนวน 44 ต้น (Table 1) เมื่อทดสอบด้วย chi-square test และใช้สมมติฐานลักษณะการแตกของฝักงาถูกควบคุมด้วยยีน 2 คู่ พบว่าต้นงารุ่น F_2 มีการกระจายตัวของต้นงา ที่อัตราส่วนฝักต้านทานการแตก:ฝักแตกในอัตราส่วน 13:3 เนื่องจากได้ค่า χ^2 ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.195 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า χ^2 ในตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 มีค่าเท่ากับ 3.841 แสดงว่ายีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานฝักแตกถูกควบคุมด้วยยีน 2 คู่ มีปฏิกิริยาของยีนเป็นแบบ Inhibiting action คือ ปฏิกิริยาที่ยีนตัวหนึ่งไปบังคับไม่ให้ยีนอีกตัวหนึ่งแสดงลักษณะนั้นออกมา (รังสฤษดิ์, 2558) โดยลักษณะฝักต้านทานการแตกจะถูกควบคุมด้วยยีนเด่นพบในคู่ผสมระหว่างฝักต้านทานการแตกและฝักแตก ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของอัญชุลี (2556) ที่ศึกษายีนที่ควบคุมลักษณะฝักแตกของคู่ผสม C plus 1 x KUAOX25 โดยพบการกระจายตัวของต้นงาในลูกรุ่นที่ 2 มีอัตราส่วนของต้นงาฝักต้านทานการแตก : ต้นงาฝักแตก ไม่เท่ากับ 9:7 เนื่องจากค่า χ^2 ที่คำนวณได้เท่ากับ 5.405 :ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า χ^2 ในตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 มีค่าเท่ากับ 3.841 จึงคาดว่าลักษณะการแตกของฝักควบคุมด้วยยีนมากกว่า 2 คู่

Table 1 Phenotypic ratios of shattering capsule in population F_2

Cross	Shattering capsule	No. of plant	Expected	χ^2	Expected ratio
C plus 1 x KUAOX25	shatter resistance	177	179.6		
	shattering	44	41.4	0.195 *	13:3
	Total	221	221		

* significance at 0.05 level of probability

2. ข้อมูลค่าเฉลี่ยของความสูงฝักแรก ความสูงต้น น้ำหนัก 1 ฝัก น้ำหนัก 1 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักต้น ของประชากรลูกรุ่นที่ 2

ในประชากรลูกรุ่นที่ 2 มีความสูงที่ฝักแรกเฉลี่ยเท่ากับ 40.11 เซนติเมตร (Table 2) โดยมีความสูงอยู่ระหว่าง18-61 เซนติเมตร (Figure 1a) มีความสูงต้นเฉลี่ยเท่ากับ 156.34 เซนติเมตร (Table 2) โดยมีความสูงอยู่ระหว่าง 22-260 เซนติเมตร (Figure 1c) มีน้ำหนัก 1 ฝักเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 กรัม (Table 2) โดยมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 0.13-0.73 กรัม (Figure 1b) มีน้ำหนักเมล็ด1 ฝักเฉลี่ยเท่ากับ 0.23 กรัม (Table 2) โดยมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 0.03-0.34 กรัม (Figure 1f) มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 69 ฝัก (Table 2) โดยมีจำนวนฝักต่อต้นอยู่ระหว่าง 6-282 ฝัก(Figure 1e) มีน้ำหนักฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 32.71 กรัม (Table 2) โดยมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.17-142.80 กรัม(Figure 1g) มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 18.46 กรัม (Table 2) โดยมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 0.23-71.26 กรัม(Figure 1h) มีน้ำหนักต้นเฉลี่ยเท่ากับ 16.75 กรัม (Table 2) โดยมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.1-133.3 กรัม (Figure 1d)

Table 2 Mean of first capsule height, plant height, capsule weight, seed weight per capsule, no. of capsules per plant, capsule weight per plant, seed weight per plant and plant weight of F_2 generation

Population F_2	First capsule height (cm)	Plant height (cm)	Capsule weight (g)	Seed weight per capsule (g)	No. of capsules per plant	Capsule weight per plant (g)	Seed weight per plant (g)	Plant weight (g)
min	18	62	0.13	0.12	6	1.17	0.23	1.10
max	61	200	0.49	0.29	282	142.80	71.26	133.30
mean	40.11	156.34	0.43	0.23	69	32.71	18.46	16.75
SD	6.99	37.30	0.10	0.06	42	23.88	13.16	17.95
CV (%)	0.17	0.24	0.24	0.27	0.60	0.73	0.72	1.08

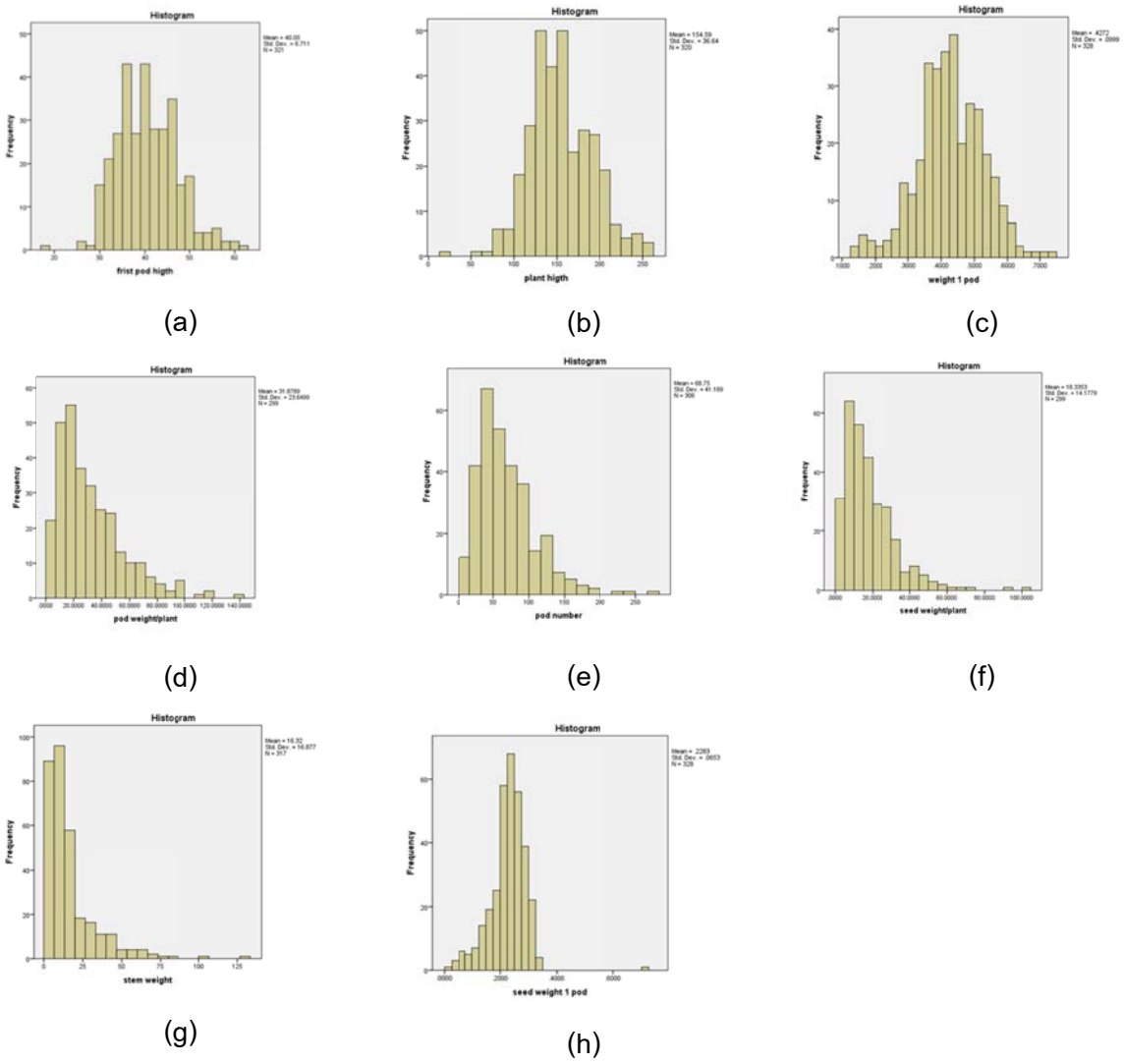


Figure 1 Distribution of economic trait, (a) first capsule height, (b) plant height, (c) 1 capsule weight, (d) seed weight per capsule, (e) no. of capsules per plant, (f) capsulle weight per plant, (g) seed weight per plant and (h) plant weight of F_2 generation

สรุป

ผลการศึกษายีนที่ควบคุมลักษณะฝักต้านทานการแตกของคู่ผสม C plus 1 กับ KUAOX25 ในประชากรลูกรุ่นที่ 2 ได้ศึกษาพันธุกรรมของลักษณะฝักต้านทานการแตกด้วยการทดสอบไคสแควร์ พบมีอัตราส่วนของต้นงาฝักต้านทานการแตก : ฝักแตกเท่ากับ 13:3 แสดงว่าลักษณะการแตกของฝักงาควบคุมด้วยยีน 2 คู่ ปฏิกิริยาของยีนเป็นการข่มของยีนต่างตำแหน่ง (epistasis) แบบ Inhibiting action และลักษณะทางการเกษตรต่าง ๆ ได้แก่ ความสูงฝักแรก ความสูงต้น น้ำหนัก 1 ฝัก น้ำหนัก 1 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักต้น พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.11 เซนติเมตร, 156.34 เซนติเมตร, 0.43 กรัม, 0.23 กรัม, 69 ฝัก, 32.71 กรัม, 18.46 กรัม และ 16.75 กรัม ตามลำดับ โดยในประชากรรุ่น F_2 นี้มีจำนวน 221 ต้น ได้คัดเลือกต้นงาที่มีลักษณะที่ต้องการโดยดูจากปริมาณผลผลิต จำนวนฝักต่อต้น และความต้านทานการแตกของฝัก มา 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปปลูกเป็นประชากรรุ่น F_3 และคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความต้านทานการแตกของฝักสูงต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อพันธุ์งาและสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2543. **พันธุศาสตร์**. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. 2558. **ปฏิกิริยาของยีนที่อยู่คนละตำแหน่งกัน (Non-allelic Gene Interactions).** เอกสารประกอบการสอนวิชาปรับปรุงพันธุ์พืชขั้นสูง(01003575). ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, หน้า 7-10.

วาสนา วงษ์ใหญ่. 2550. **งา : พฤกษาศาสตร์ การปลูก ปรับปรุงพันธุ์ และการใช้ประโยชน์**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555**. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, นนทบุรี.

อัญชุลี คชชา. 2556. **การถ่ายทอดพันธุกรรมลักษณะการแตกของฝักในงา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Langham, D.G. 1946. Genetic of sesame III. "Open sesame" and mottled leaf. **J. Hered.** 37: 149-152

Langham, D.G. 2001. **Shatter resistance in sesame.** Available Source: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/32/007/32007913.pdf, October 21, 2016.

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมก่อนการค้าในแปลงเกษตรกรจังหวัดสระแก้วและลพบุรี

On-Farm Trials for Pre-commercial Field Corn Hybrids in Sa Kaeo and Lopburi Provinces

สดใส ช่างสลัก[1*] สำราญ ศรีชมพร[1] ชฎามาศ จิตต์เลขา[1] ปวีณา ทองเหลือง[1]
วราภรณ์ บุญเกิด[1] สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์[2] นรุณ วรามิตร[3] กิตติศักดิ์ ศรีชมพร[1] และสมชัย ลิ่มอรุณ[1]
Sodsai Changsaluk[1*], Sumran Srichomporn[1], Chadamas Jitlaka,[1] Paweena Thongluang[1],
Waraporn Bunkoed[1], Sarawut Rungmekharat[2], Naroon Waramitr[3], Kittisak Srichomporn[1], and Somchai Lim-a-roon[1]

บทคัดย่อ

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมก่อนการค้าในแปลงเกษตรกรจังหวัดสระแก้วและลพบุรี ดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม 2559 โดยทดสอบพันธุ์ข้าวโพด 33 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่พัฒนาขึ้นใหม่ในด้านการปรับตัวในสภาพไร่เกษตรกร จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลร่วม 2 แหล่งปลูก พบว่าพันธุ์ KSX5924 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,979 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ถึง 58 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ KSX5908, KSX5819 และ BD2344 ที่ให้ผลผลิต 1,955, 1,805, และ 1,786 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า SW4452 ระหว่าง 43-55 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลอง 1,587 กก./ไร่ พันธุ์ SH161208 มีเสถียรภาพดีที่สุด โดยพันธุ์ข้าวโพดปรับปรุงใหม่ KSX5924, KSX5908, KSX5819, KSX5720, KSX5603, KSX5805, KSX5934, KSX5912, KSX5909, KSX5911, KSX5927, KSX5906, KSX5902, KSX5402, KSX5919, KSX5903, KSX5614 และ KSX5904 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ระหว่าง 22 – 58 เปอร์เซ็นต์

ABSTRACT

On-farm trials for pre-commercial field corn hybrids in Sa Kaeo and Lopburi provinces, during May – October 2016. Thirty-three varieties were tested using RCBD with three replications. The objective of this study was to investigated yield potential of new pre-commercial field corn hybrids for adaptability on farmer's fields. The results from combined two locations showed that KSX5924 gave the highest yield of 1,979 kg/rai, which was not higher yield SW4452 foe 58%. However, it was not significant different from KSX5908, KSX5819 and BD42344, with mean grain yield of 1,955, 1,805, and 1,786 kg/rai, respectively. They had higher yield than SW4452 for 43-55%. The grand mean yield of the experiment was 1,587 kg/rai. SH161208 was the best stable vareity. New field corn hybrids (KSX5924, KSX5908, KSX5819, KSX5720, KSX5603, KSX5805, KSX5934, KSX5912, KSX5909, KSX5911, KSX5927, KSX5906, KSX5902, KSX5402, KSX5919, KSX5903, KSX5614 and KSX5904) gave higher yield than SW4452 for 22-58%.

Key words: field corn hybrid, on-farm trial, pre-commercial variety

*Corresponding author, email address: **ijsssc@ku.ac.th**

[1] ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30320
[1] National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Pakchong, Nakhon Ratchasima 30320
[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900
[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900
[3] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73200
[3] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaengsan Campus, Nakhonpathom 73200

คำนำ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่เคยมีการเพาะปลูกกันอย่างกว้างขวางในแทบทุกภาคของประเทศยกเว้นภาคใต้ ในอดีตเมื่อประมาณ 30 ปีมาแล้วเคยมีพื้นที่เพาะปลูกรวมกันมากกว่า 12 ล้านไร่ แต่ต่อมาพื้นที่เพาะปลูกได้ลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเกษตรกรเปลี่ยนไปเพาะปลูกพืชชนิดอื่นกันมากขึ้น (เกรียงศักดิ์ และคณะ, 2555) ในปัจจุบันมีพื้นที่เพาะปลูกรวมกันอยู่ประมาณ 7 ล้านไร่ โดยในปี 2558 มีพื้นที่เพาะปลูก 7.24 ล้านไร่ มีผลผลิตรวมกันทั้งประเทศ 4.7 ล้านตัน และมีผลผลิตเฉลี่ย 651 กก./ไร่ จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ เพชรบูรณ์ น่าน นครราชสีมา เลย และตาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ในปี 2557/58 ความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ดีเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะข้าวโพดพันธุ์ลูกผสม ซึ่งมีการพัฒนาพันธุ์มาอย่างต่อเนื่องทำให้ได้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไร่เพิ่มมากขึ้น ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นผลจากการใช้พันธุ์ลูกผสม นอกจากนี้ยังมีการฝึกอบรม การแนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรรู้จักการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม โดยเฉพาะการเพิ่มอัตราปลูกร่วมกับการเพิ่มอัตราปุ๋ยมีแนวโน้มให้ข้าวโพดมีผลผลิตเพิ่มขึ้น การคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมเพื่อส่งเสริมเป็นพันธุ์การค้านั้น จะต้องมีการทดสอบในสภาพไร่เกษตรกรด้วย จากผลการทดสอบพันธุ์ที่มีเสถียรภาพให้ผลผลิตสูงในแหล่งปลูกข้าวโพดต่าง ๆ สามารถนำมาใช้แนะนำให้กับเกษตรกร ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศได้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่พัฒนาขึ้นใหม่ในด้านการปรับตัวในสภาพไร่เกษตรกรจังหวัดสระแก้วและลพบุรี

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมก่อนการค้าจากภาครัฐและเอกชน จำนวน 33 พันธุ์ โดยเป็นพันธุ์จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU) จำนวน 21 พันธุ์ ได้แก่ KSX5402, KSX5603, KSX5614, KSX5720, KSX5805, KSX5819, KSX5901, KSX5902, KSX5903, KSX5904, KSX5906, KSX5908, KSX5909, KSX5911, KSX5912, KSX5919, KSX5924, KSX5927, KSX5934, KSX5937 และ SW4452 ที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ พันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร (DOA) จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ NSX052014, NSX102005 และ NS3 พันธุ์จากบริษัท ไบโอซีดส์ จำกัด จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ BD41191 และ BD42344 พันธุ์จากบริษัท ซินเจนทา ซีดส์ จำกัด จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ ST7124 และ STG286 พันธุ์จากบริษัท เมล็ดพันธุ์เอเชีย จำกัด จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ SH161208 และ SH161210 พันธุ์จากบริษัท นูซีวีดูซีดส์ จำกัด จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ NMH-5005 และ NMH-5010พันธุ์จากบริษัท บริษัทเจริญโภคภัณฑ์โปรดิวส์ จำกัด จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ CP888 เพื่อศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตและการปรับตัวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในเขตพื้นที่ปลูกจังหวัดสระแก้วและลพบุรี

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (randomized complete block design, RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละแปลงย่อยมี 4 แถว แถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 70 X 20 ซม. 1 ต้น/หลุม ใส่ปุ๋ยรองพื้น สูตร 16-20-0 และ 15-15-15 อัตราตามคำแนะจากค่าวิเคราะห์ดิน หรือประมาณ 30 – 50 กก./ไร่ พร้อมปลูก ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าสูตร 46-0-0 อัตรา 30 กก./ไร่ เมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 30 วัน ควบคุมวัชพืชโดยใช้อาทราซีน (atrazine) อัตรา 400 กรัม/ไร่ พ่นก่อนวัชพืชงอก และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานและสารกำจัดวัชพืชเมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 40 วัน เก็บข้อมูลลักษณะทางการเกษตรจาก 2 แถวกลาง ได้แก่ ความสูงต้น (ซม.) ความสูง

ตำแหน่งฝัก (ซม.) จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว จำนวนต้นหักล้ม จำนวนฝักเก็บเกี่ยว จำนวนฝักเสีย ความชื้นเมล็ด เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ (กก./ไร่)

ปลูกทดสอบข้าวโพดในแปลงเกษตรกร จำนวน 2 แหล่งปลูก ได้แก่ บ้านผักขะ อ.วัฒนานคร และบ้านซอยสิบเจ็ด อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม 2559

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. แปลงทดลองบ้านผักขะ อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว

ผลการทดลองพบว่าผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์ KSX5924 ให้ผลผลิตสูง 1,949 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ถึง 68 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ KSX5908, KSX5805, KSX5819, KSX5603, KSX5906, BD42344, KSX5912, KSX5909, KSX5927, SH161208, NMH-5005, STG286, KSX5902, KSX5934, NSX102005, KSX5911 และ KSX5903 โดยให้ผลผลิตระหว่าง 1,553 – 1,887 กก./ไร่ ที่สูงกว่าพันธุ์ SW4452 ระหว่าง 34 - 63 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ CP888 ให้ผลผลิตต่ำสุด 1,158 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SW 4452 ที่ให้ผลผลิต 1,161 กก./ไร่ และพันธุ์ NS3 ให้ผลผลิต 1,516 กก./ไร่ ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลอง 1,571 กก./ไร่ สำหรับพันธุ์ BD42344 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 85.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ ST7124 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะต่ำสุด 78.6 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ KSX5402 มีความชื้นเมล็ดสูงสุด 32.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ NSX052014 มีความชื้นเมล็ดต่ำสุด 24.8 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะทางการเกษตรพบว่าพันธุ์ KSX5903 มีความสูงต้นสูงสุด 231 เซนติเมตร และยังมีความสูงฝักต่ำสุด 85 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ NMH-5005 มีความสูงต้นต่ำสุด 179 เซนติเมตร และพันธุ์ KSX5927 มีความสูงฝักสูงสุด 114 เซนติเมตร จำนวนต้นเก็บเกี่ยวและเปอร์เซ็นต์ต้นหักล้มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่าง 41-57 ต้น และ 0.0-1.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พันธุ์ KSX5805 มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยวสูงถึง 57 ฝัก ส่วนพันธุ์ KSX5919 มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่ำสุด 41 ฝัก ฝักเน่าเสียไม่แตกต่างกันทางสถิติ ระหว่าง 0 – 12.6 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) แปลงนี้มีฝนตกชุกตลอดฤดูปลูก จึงมีน้ำท่วมขังบางส่วนซึ่งเป็นที่ลุ่ม ทำให้ข้าวโพดบางพันธุ์ได้รับผลกระทบ

2. แปลงทดลองบ้านซอยสิบเจ็ด อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี

พบว่าพันธุ์ KSX5908 ให้ผลผลิตสูง 2,023 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ถึง 51 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ KSX5924, KSX5720, KSX5819, BD42344, STG286, ST7124, KSX5402 และ KSX5934 โดยให้ผลผลิตระหว่าง 1,679 – 2,008 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่า SW4452 ระหว่าง 25-50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ NSX052014 ให้ผลผลิตต่ำสุด 1,109 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์ SW4452 ที่ให้ผลผลิต 1,388 กก./ ไร่ และพันธุ์ CP888 ให้ผลผลิต 1,423 กก./ไร่ ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลอง 1,604 กก./ไร่ สำหรับพันธุ์ KSX5924 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 89.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ ST7124 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะต่ำสุด 79.5 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ BD42344 มีความชื้นมล็ดสูงสุด 26.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ NSX052014 มีความชื้นเมล็ดต่ำสุด 19.3 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะทางการเกษตรพบว่าพันธุ์ KSX5903 มีความสูงต้นและฝักสูงสุด 267 และ 141 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ NSX052014 มีความสูงต้นและฝักต่ำสุด 213 และ 105 เซนติเมตร ตามลำดับ จำนวนต้นเก็บเกี่ยว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่าง 44-56 ต้น พันธุ์ NSX052014 มีเปอร์เซ็นต์ต้นหักล้มและฝักเสียสูงสุด 72 และ

13.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พันธุ์ CP888 มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยวสูงสุด 58 ฝัก ส่วนพันธุ์ KSX5906 มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่ำสุด 40 ฝัก (Table 2)

พันธุ์ NSX052014 มีแห้งเร็ว อายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์อื่น ๆ ประกอบกับสภาพแปลงมีฝนตกต่อเนื่องกันนานจึงเป็นสาเหตุให้ต้นหักล้มมาก และยังมีจำนวนฝักเสียสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ จึงทำให้ผลผลิตต่ำสุด

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลร่วม 2 แหล่งปลูก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมพบว่า ข้าวโพดพันธุ์ KSX5924 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,979 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ถึง 58 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ KSX5908, KSX5819 และ BD42344 โดยให้ผลผลิต 1,955, 1,805, และ 1,786 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ NSX052014 ให้ผลผลิตต่ำสุด 1,222 กก./ไร่ ซึ่งผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์ SW 4452 และ CP888 ที่ให้ผลผลิต 1,250 และ 1,290 กก./ไร่ ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลอง 1,587 กก./ไร่ สำหรับพันธุ์ KSX5924 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 87.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ ST7124 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะต่ำสุด 79.0 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ BD42344 มีความชื้นเมล็ดสูงสุด 28.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ NSX052014 มีความชื้นเมล็ดต่ำสุด 22.0 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะทางการเกษตรพบว่าพันธุ์ KSX5903 มีความสูงต้นสูงสุด 249 เซนติเมตร พันธุ์ NSX052014 มีความสูงต้นและฝักต่ำสุด 200 และ 96 เซนติเมตร ตามลำดับ พันธุ์ KSX5904 มีความสูงฝักสูงสุด 124 เซนติเมตร จำนวนต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่าง 46-55 ต้น พันธุ์ NSX052014 มีเปอร์เซ็นต์ต้นหักล้มสูงสุด 36.0 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ CP888 มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยวสูงถึง 55 ฝัก ส่วนพันธุ์ KSX5919 มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่ำสุด 43 ฝัก และพันธุ์ NSX052014 มีเปอร์เซ็นต์ฝักเสียสูงสุด 8.8 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

พันธุ์ NSX052014 มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ต้นแห้งเร็วกว่าพันธุ์อื่น ๆ แปลงทดลองมีฝนตกต่อเนื่องกันนาน จึงเป็นสาเหตุให้ต้นหักล้มมาก และมีฝักเสียสูง

พันธุ์ข้าวโพดปรับปรุงใหม่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ส่วนใหญ่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ตั้งแต่ 22 – 58 เปอร์เซ็นต์ได้แก่ พันธุ์ KSX5924, KSX5908, KSX5819, KSX5720, KSX5603, KSX5805, KSX5934, KSX5912, KSX5909, KSX5911, KSX5927, KSX5906, KSX5902, KSX5402, KSX5919, KSX5903, KSX5614 และ KSX5904 ยกเว้นเพียงพันธุ์ KSX5937 และ KSX5901 ที่ให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ SW4452

ผลการวิเคราะห์ผลผลิตแบบ Additive Main effect and Multiplicative Interactive (AMMI) จาก 2 แหล่งปลูก พบว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีกว่าค่าเฉลี่ย คือพันธุ์ที่อยู่ด้านขวาของเส้นประ ได้แก่ พันธุ์ KSX5924 (27) ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,979 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ KSX5908 (22), KSX5819 (16), BD2344 (2) ที่ให้ผลผลิต 1,955, 1,805, และ 1,786 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่พันธุ์ SH161208 (5) เป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพดีที่สุด (stability) ให้ผลผลิต 1,660 กก./ไร่ และมากกว่าค่าเฉลี่ยของแปลงทดลอง (Figure 1)

พันธุ์ KSX5912 (25) KSX5906 (21) KSX5805 (15) และ NSX102005 (10) มีผลผลิตสูงสุดเหมาะสมสำหรับปลูกในสภาพแวดล้อมจังหวัดสระแก้ว (100, ENV1) ส่วนพันธุ์ KSX5937 (30) KSX5720 (14) ST7124 (3) และ STG286 (4) ให้ผลผลิตสูงสุดเหมาะสมสำหรับปลูกในจังหวัดลพบุรี (200, ENV2) (Figure 2)

Table1 Yield and yield component of pre-commercial field corn hybrids at Ban Pak Kha, Wattana Nakhon, Sa Kaeo province in 2016

Entry	Variety	Origin	Plant ht.	Ear ht.	Plant harvested		Ear harvested		Moisture	Shelling	Grain yield		Rel. to
			(cm)	(cm)	Stand	Lodging (%)	Total	Rotten (%)	(%)	(%)	(kg/rai)		check (%)
1	BD41191	Bioseeds	195	98	51	0.0	53	9.6	29.7	81.1	1439	c-h	124
2	BD42344	Bioseeds	180	94	49	0.6	51	6.1	30.9	85.9	1740	a-e	150
3	ST 7124	Syngenta	185	98	43	0.0	43	5.6	29.7	78.6	1390	d-h	120
4	STG286	Syngenta	196	104	48	0.6	49	6.2	29.2	84.1	1643	a-g	142
5	SH161208	Seed Asia	197	96	48	0.0	50	0.0	28.8	82.6	1661	a-g	143
6	SH161210	Seed Asia	203	100	47	0.0	51	9.0	30.8	79.7	1428	c-h	123
7	NMH-5005	Nuziveedu	179	91	53	0.0	49	0.0	29.5	83.5	1652	a-g	142
8	NMH-5010	Nuziveedu	187	92	49	0.0	51	11.2	28.7	82.7	1314	gh	113
9	NSX 052014	DOA	186	86	49	0.0	48	4.6	24.8	80.1	1335	fgh	115
10	NSX 102005	DOA	188	90	54	0.0	51	0.6	28.5	79.5	1610	a-g	139
11	KSX5402	KU	184	94	52	1.1	47	7.2	32.4	80.5	1500	b-h	129
12	KSX5603	KU	206	112	53	1.9	51	1.3	28.0	84.7	1764	a-e	152
13	KSX5614	KU	185	86	45	0.0	47	1.6	30.4	85.6	1443	c-h	124
14	KSX5720	KU	211	102	51	0.0	46	8.6	30.0	81.2	1501	b-h	129
15	KSX5805	KU	204	94	53	0.0	57	2.2	28.6	84.8	1799	abc	155
16	KSX5819	KU	213	100	47	0.6	48	4.8	29.8	83.7	1774	a-d	153
17	KSX5901	KU	203	96	50	0.0	47	9.9	28.6	81.4	1508	b-h	130
18	KSX5902	KU	208	108	47	1.4	53	2.0	27.3	80.3	1635	a-g	141
19	KSX5903	KU	231	85	50	0.0	45	11.5	32.3	84.9	1553	a-h	134
20	KSX5904	KU	223	111	53	0.0	50	12.6	31.4	79.3	1481	c-h	128
21	KSX5906	KU	215	102	55	0.0	49	11.0	29.0	83.2	1760	a-e	152
22	KSX5908	KU	202	104	54	0.0	52	0.0	31.0	83.1	1887	ab	163
23	KSX5909	KU	205	98	49	0.0	51	6.4	30.2	82.5	1702	a-g	147
24	KSX5911	KU	206	102	51	0.0	50	2.6	29.3	85.9	1598	a-g	138
25	KSX5912	KU	226	107	55	0.0	52	8.1	30.2	84.9	1724	a-f	149
26	KSX5919	KU	204	93	49	0.0	41	3.4	30.4	85.9	1529	b-h	132
27	KSX5924	KU	209	100	54	0.6	52	1.9	29.2	85.5	1949	a	168
28	KSX5927	KU	220	114	51	1.3	50	1.9	30.6	85.9	1698	a-g	146
29	KSX5934	KU	208	97	45	0.0	45	4.1	28.7	81.1	1613	a-g	139
30	KSX5937	KU	195	93	51	0.0	46	0.8	31.3	82.5	1375	e-h	118
31	NS3	DOA	194	102	51	1.2	48	8.0	26.2	80.6	1516	b-h	131
32	CP888	CPP	186	98	49	1.2	51	8.7	27.4	84.2	1158	h	100
33	SW4452 (check)	KU	194	92	50	1.3	48	12.6	29.9	80.7	1161	h	100
	Average		201	98	50.2	0.4	49.1	5.6	29.5	82.7	1,571		
	C.V. (%)		7.6	15.2	9.7	291.1	10.2	105.6	5.1	2.6	15.6		
	F-test		**	*	ns	ns	*	ns	**	**	*		
	LSD 0.05		25.0	24.4	-	-	8.2	-	2.4	3.5	399		

1/ Mean followed by a common letter are not significantly different at 0.05 probability level by DMRT

*, ** = Significant at the 0.05 and 0.01 proability level, respectively ns = non significant

Table 2 Yield and yield component of pre-commercial field corn hybrids at Ban Soi 17, Pattana Nikom, Lopburi province in 2016

Entry	Variety	Origin	Plant ht.	Ear ht.	Plant harvested		Ear harvested		Moisture	Shelling	Grain yield		Rel. to
			(cm)	(cm)	Stand	Lodging (%)	Total	Rotten (%)	(%)	(%)	(kg/rai)		check (%)
1	BD41191	Bioseeds	216	116	47	19.8	47	5.1	23.1	84.1	1525	cde	114
2	BD42344	Bioseeds	226	132	49	2.9	47	3.0	26.6	86.8	1831	abc	137
3	ST7124	Syngenta	238	130	53	5.8	52	0.7	25.6	79.5	1730	a-d	129
4	STG286	Syngenta	247	123	55	11.4	55	0.0	23.1	85.9	1731	a-d	129
5	SH161208	Seed Asia	244	122	48	12.6	47	0.0	25.8	83.0	1658	b-e	124
6	SH161210	Seed Asia	242	117	46	41.4	48	1.3	25.1	81.7	1523	cde	114
7	NMH-5005	Nuziveedu	223	118	45	2.1	46	8.3	26.2	82.3	1619	b-e	121
8	NMH-5010	Nuziveedu	215	107	49	5.4	46	2.3	24.7	85.1	1524	cde	114
9	NSX 052014	DOA	213	105	48	72.0	49	13.1	19.3	83.7	1109	f	83
10	NSX 102005	DOA	222	118	50	20.1	53	7.5	22.3	80.6	1518	cde	113
11	KSX5402	KU	233	126	48	2.6	49	2.6	24.7	82.7	1708	a-d	128
12	KSX5603	KU	234	122	49	36.7	48	2.8	22.3	87.8	1610	b-e	120
13	KSX5614	KU	237	124	48	27.3	47	1.4	24.4	83.0	1613	b-e	121
14	KSX5720	KU	247	134	50	1.3	49	0.0	24.5	82.5	1888	ab	141
15	KSX5805	KU	240	130	49	17.5	47	9.9	23.0	84.0	1539	cde	115
16	KSX5819	KU	254	137	45	13.9	44	3.2	25.3	86.6	1836	abc	137
17	KSX5901	KU	230	109	47	16.4	45	6.7	24.3	85.5	1342	ef	100
18	KSX5902	KU	244	133	50	2.8	52	5.9	24.6	87.1	1595	b-e	119
19	KSX5903	KU	267	141	54	14.1	53	2.0	23.5	84.5	1597	b-e	119
20	KSX5904	KU	233	138	48	36.1	46	4.3	24.3	86.4	1556	b-e	116
21	KSX5906	KU	264	125	44	1.6	40	6.6	24.5	84.2	1479	de	111
22	KSX5908	KU	233	132	56	1.2	55	2.5	26.1	84.5	2023	a	151
23	KSX5909	KU	236	117	50	11.6	50	4.2	23.9	82.2	1569	b-e	117
24	KSX5911	KU	252	132	51	2.1	48	2.8	24.9	85.5	1658	b-e	124
25	KSX5912	KU	252	130	49	14.1	48	2.0	24.7	86.4	1558	b-e	116
26	KSX5919	KU	262	133	44	0.7	44	5.0	24.1	87.0	1639	b-e	122
27	KSX5924	KU	251	123	56	20.3	56	1.9	24.1	89.2	2008	a	150
28	KSX5927	KU	257	133	47	22.6	47	4.4	22.3	87.2	1549	b-e	116
29	KSX5934	KU	256	131	54	11.1	51	2.0	24.3	87.7	1679	a-e	125
30	KSX5937	KU	225	120	44	27.5	44	2.1	25.5	84.6	1523	cde	114
31	NS3	DOA	230	127	45	15.5	45	0.0	22.3	83.3	1434	def	107
32	CP888	CPP	238	135	50	56.4	58	2.8	21.2	84.2	1423	def	106
33	SW4452 (check)	KU	223	130	51	37.2	50	1.4	24.1	84.3	1338	ef	100
	Average		239	126	49.1	17.7	48.7	3.6	24.1	84.6	1,604		
	C.V. (%)		5.0	7.5	9.9	97.1	9.7	118.2	5.8	2.80	13.3		
	F - test		**	**	ns	**	**	*	**	**	**		
	LSD 0.05		19.4	15.5	-	28.0	7.7	6.3	2.3	3.8	348		

[1/] Mean followed by a common letter are not significantly different at 0.05 probability level by DMRT
*, ** = Significant at the 0.05 and 0.01 proability level, respectively ns = non significant

Table 3 Combined analyses data on yield and agronomic characteristics of pre-commercial field corn hybrids from 2 locations in 2016

Entry	Variety	Origin	Plant ht.	Ear ht.	Plant harvested		Ear harvested		Moisture	Shelling	Grain yield		Rel. to
			(cm)	(cm)	Stand	Lodging (%)	Total	Rotten (%)	(%)	(%)	(kg/rai)		check (%)
1	BD41191	Bioseeds	206	107	49	9.9	50	7.4	26.4	82.6	1482	c-f	119
2	BD42344	Bioseeds	203	113	49	1.7	49	4.5	28.8	86.3	1786	ab	143
3	ST7124	Syngenta	211	114	48	2.9	48	3.1	27.7	79.0	1560	bcd	125
4	STG286	Syngenta	221	114	52	6.0	52	3.1	26.2	85.0	1687	bc	135
5	SH161208	Seed Asia	221	109	48	6.3	48	0.0	27.3	82.8	1660	bcd	133
6	SH161210	Seed Asia	223	108	47	20.7	49	5.2	28.0	80.7	1475	c-g	118
7	NMH-5005	Nuziveedu	201	105	49	1.1	47	4.1	27.9	82.9	1636	bcd	131
8	NMH-5010	Nuziveedu	201	99	49	2.7	49	6.7	26.7	83.9	1419	d-g	114
9	NSX 052014	DOA	200	96	49	36.0	48	8.8	22.0	81.9	1222	g	98
10	NSX 102005	DOA	205	104	52	10.1	52	4.1	25.4	80.0	1564	bcd	125
11	KSX5402	KU	208	110	50	1.9	48	4.9	28.5	81.6	1604	bcd	128
12	KSX5603	KU	220	117	51	19.3	50	2.0	25.2	86.2	1687	bc	135
13	KSX5614	KU	211	105	46	13.6	47	1.5	27.4	84.3	1528	cde	122
14	KSX5720	KU	229	118	51	0.6	48	4.3	27.2	81.9	1694	bc	136
15	KSX5805	KU	222	112	51	8.8	52	6.0	25.8	84.4	1669	bcd	134
16	KSX5819	KU	233	119	46	7.2	46	4.0	27.5	85.2	1805	ab	144
17	KSX5901	KU	217	103	49	8.2	46	8.3	26.4	83.5	1425	d-g	114
18	KSX5902	KU	226	120	49	2.1	53	3.9	25.9	83.7	1615	bcd	129
19	KSX5903	KU	249	113	52	7.1	49	6.8	27.9	84.7	1575	bcd	126
20	KSX5904	KU	228	124	51	18.1	48	8.5	27.9	82.9	1519	cde	122
21	KSX5906	KU	239	113	49	0.8	45	8.8	26.8	83.7	1620	bcd	130
22	KSX5908	KU	218	118	55	0.6	53	1.2	28.6	83.8	1955	a	156
23	KSX5909	KU	221	108	50	5.8	50	5.3	27.0	82.4	1636	bcd	131
24	KSX5911	KU	229	117	51	1.0	49	2.7	27.1	85.7	1628	bcd	130
25	KSX5912	KU	239	119	52	7.1	50	5.1	27.5	85.6	1641	bcd	131
26	KSX5919	KU	233	113	47	0.4	43	4.2	27.3	86.4	1584	bcd	127
27	KSX5924	KU	230	111	55	10.5	54	1.9	26.7	87.4	1979	a	158
28	KSX5927	KU	239	124	49	12.0	48	3.1	26.4	86.5	1623	bcd	130
29	KSX5934	KU	232	114	50	5.5	48	3.0	26.5	84.4	1646	bcd	132
30	KSX5937	KU	210	106	48	13.8	45	1.4	28.4	83.5	1449	c-g	116
31	NS3	DOA	212	114	48	8.3	47	4.0	24.3	81.9	1475	c-g	118
32	CP888	CPP	212	117	50	28.8	55	5.8	24.3	84.2	1290	efg	103
33	SW4452 (check)	KU	209	111	51	19.2	49	7.0	27.0	82.5	1250	fg	100
	Average		220	112.0	49.6	9.0	48.9	4.6	26.8	83.7	1,587		
	C.V.(%)		6.2	11.1	10.2	157.5	10.3	119.4	5.6	2.8	14.2		
	F - test		**	*	ns	**	*	*	**	**	**		
	LSD 0.05		15.5	14.1	-	16.2	5.8	6.2	1.7	2.7	256		

[1/] Mean followed by a common letter are not significantly different at 0.05 probability level by DMRT
*, ** = Significant at the 0.05 and 0.01 proability level, respectively ns = non significant

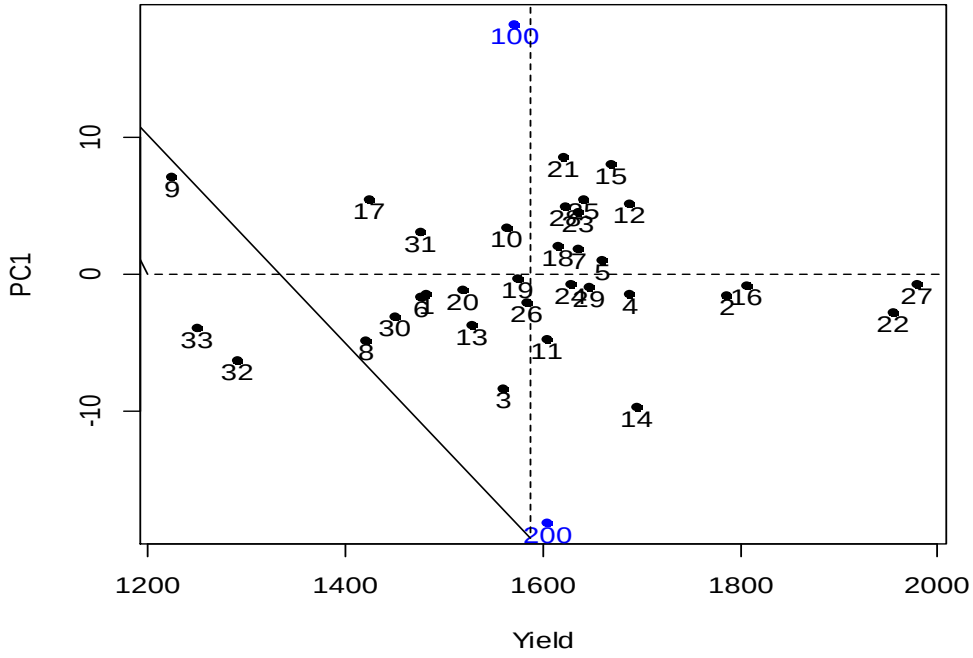


Figure 1 GE biplot of AMMI 1

Remark: Black letter (1°) is variety, and blue number (100^0) is location , 100= Sa Kaeo province, 200^0= Lopburi province)

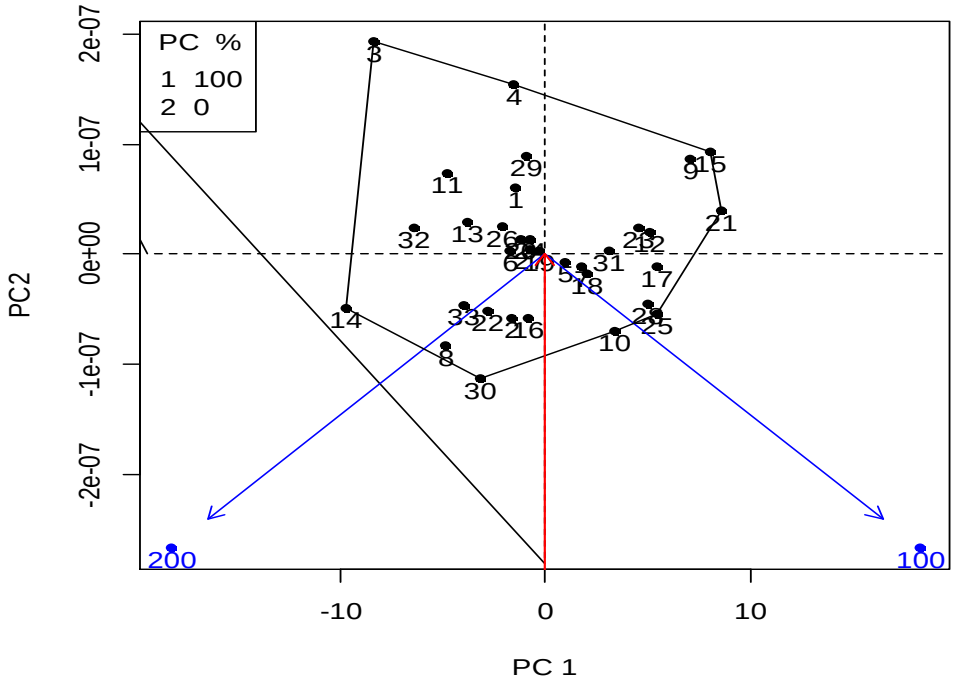


Figure 2 GE biplot of AMMI 2

Remark: Black letter (1°) is variety, and blue number (100^0) is location , 100= Sa Kaeo province, 200^0= Lopburi province)

ผลการทดลองนี้ได้ผลในทำนองเดียวกับการทดลองของสดใส และคณะ (2558) ซึ่งทดสอบพันธุ์ 18 แหล่งปลูก พบว่าพันธุ์ปรุงใหม่ KSX5718, KSX5720 และ KSX5402 ที่ให้ผลผลิตระหว่าง 1,348-1,418 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ 10-16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์ทางการค้า ST6253 ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 1,446 กิโลกรัม/ไร่ และในปี 2559 สดใสและคณะ ยังได้รายงานอีกว่าพันธุ์ปรับปรุงใหม่ KSX5821, KSX5614, KSX5809 และ KSX5402 มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ตั้งแต่ 22 – 35 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ KSX5824 ยังมีเสถียรภาพดีที่สุด มีการปรับตัวได้ดีเหมาะสมในสภาพแวดล้อมที่ทดสอบในจังหวัดตากและนครสวรรค์

สรุป

พันธุ์ KSX5924 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,979 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ถึง 58 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ KSX5908, KSX5819 และ BD2344 โดยให้ผลผลิต 1,955, 1,805, และ 1,786 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ NSX052014 ให้ผลผลิตต่ำสุด 1,222 กก./ไร่ ซึ่งผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์ SW 4452 ผลผลิตเฉลี่ยของแปลงทดลอง 1,587 กก./ไร่ พันธุ์ SH161208 (5) เป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพดีที่สุด (stability)

พันธุ์ข้าวโพดปรับปรุงใหม่ KSX5924 (27), KSX5908 (22), KSX5819 (26), KSX5720 (14), KSX5603 (12), KSX5805 (15), KSX5934 (29), KSX5912 (25), KSX5909 (23), KSX5911 (24), KSX5927 (28),

KSX5906 (21), KSX5902 (18), KSX5402 (11), KSX5919 (26), KSX5903 (19), KSX5614 (13) และ KSX5904 (20) ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ตั้งแต่ 22 – 58 เปอร์เซ็นต์ โดยพันธุ์ KSX5902 (18), KSX5911 (24) และ KSX5934 (29) มีเสถียรภาพดีและให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยของการทดลอง ส่วนพันธุ์ KSX5903 (19) มีเสถียรภาพดีมากแต่ให้ผลผลิตต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของการงทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และโครงการวิจัยแม่บทข้าวโพด ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ตลอดจนเจ้าหน้าที่และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่สนับสนุนการทำงานวิจัยให้สำเร็จด้วยดีเสมอมา

ขอบคุณหน่วยงานวิจัยร่วม คือ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร บริษัทเจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วสจำกัด บริษัทไบโอซีดส์(ประเทศไทย)จำกัด บริษัทซินเจนทาซีดส์ บริษัทเมล็ดพันธุ์เอเชียจำกัด ที่ให้การสนับสนุนเมล็ดพันธุ์และปัจจัยในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ สุวรรณธราดล พาโชค พงษ์พานิช และ สรรเสริญ จำปาทอง. 2555. สามทศวรรษของธุรกิจเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมในประเทศไทย. **แก่นเกษตร** 40 (4): 16-30.

สดใส ช่างสลัก, ชฎามาศ จิตต์เลขา, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์, นรุณ วรามิตร, ปวีณา ทองเหลือง, วราภรณ์ บุญเกิด, สุริพัฒน์ ไทยเทศ, สุนันทา สังข์ศิริ, สมชัย ลิ่มอรุณ และ สุทัศน์ แปลงกาย. 2558. การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าในไร่เกษตรกร ปี 2557, น. 272-296. *ใน* **การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 37** วันที่ 5-7 สิงหาคม 2558 ณ เดอะกรีนเนอรี่ รีสอร์ท เขาใหญ่, นครราชสีมา.

สดใส ช่างสลัก, ชฎามาศ จิตต์เลขา, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ ปวีณา ทองเหลือง, วราภรณ์ บุญเกิด, สุริพัฒน์ ไทยเทศ สำราญ ศรีชมพร, กิตติศักดิ์ ศรีชมพร และ สมชัย ลิ่มอรุณ . 2559. การทดสอบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมก่อนการค้าในไร่เกษตรกรจังหวัดตากและนครสวรรค์. น. 454-462. *ใน* **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54** สาขาพืช วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2559. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. น.16-21. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2558 **สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร**. แหล่งที่มา: www.oae.go.th/bapp/main.php?filename=schedule_outlook2011, 23 ตุลาคม 2558.

ศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมที่ปลูกภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนในสภาพหลังนาจังหวัดพิษณุโลก

Yield Potential of Field Corn Hybrids Grown under Conventional and Minimum Tillage Methods after Rice in Phitsanulok Province

กฤษติยา บัวทอง[1*] จุฑามาศ ร่มแก้ว[1] สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์[2] รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์[3] และ เอ็ด สโรบล[2]

Krittiya Buathong[1*], Jutamas Romkaew[1] Sarawut Rungmekarat[2] Raweewan Chuekittisak[3] and Ed Sarobol[2]

บทคัดย่อ

ศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนในสภาพหลังนา แปลงเกษตรกร อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ วิธีการไถพรวน 2 วิธี ได้แก่ การไถพรวนปกติมีการเตรียมดินด้วยไถผาลเจ็ด 2 ครั้ง และพรวน 2 ครั้ง และการลดการไถพรวนโดยมีการเตรียมดินด้วยไถผาลเจ็ด 1 ครั้ง และพรวน 1 ครั้ง ปัจจัยรอง คือ ข้าวโพดไร่ลูกผสม 12 พันธุ์ ได้แก่ PAC339, PAC559, CP888 New, CP301, S6248, S7328, DK7979, DK6818, P4554, P4546, NS3 และ SW4452 (พันธุ์เปรียบเทียบ) ผลการศึกษาพบว่า การปลูกข้าวโพดไร่ลูกผสมภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนในสภาพหลังนา วันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูงต้นและความสูงฝักขณะเก็บเกี่ยว และผลผลิตเมล็ดต่อไร่ไม่แตกต่างทางสถิติ และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่า ข้าวโพดไร่ลูกผสมทุกพันธุ์มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 9-33 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนในสภาพหลังนา

คำสำคัญ:ข้าวโพดไร่ลูกผสม, การลดการไถพรวน, การไถพรวนปกติ, ผลผลิต

ABSTRACT

The study of yield potential of field corn hybrids grown under conventional and minimum tillage methods after rice was conducted at farmer's field, Noenmaprang, Phitsanulok Province. The treatment was arranged in a split plot in RCBD with four replications. Two tillage methods, conventional and minimum tillage were main plot. Twelve field corn hybrid varieties; PAC339, PAC559, CP888 New, CP301, S6248, S7328, DK7979, DK6818, P4554, P4546, NS3 and SW4452 (check) were sub plot. The results revealed that field corn varieties grown under conventional and minimum tillage were not significant in days to 50% anthesis and silking, plant length, ear height and grain yield. All field corn hybrids had higher yield potential than SW4452 for 9-23 % under conventional and minimum tillage methods after rice.

Key words: field corn hybrid, conventional tillage, minimum tillage, yield

*Corresponding author; e-mail: opal_o_o_@hotmail.com

[1] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง ขอนแก่น 40000

[3] Khon Kaen Field crops Research Center, Muang, Khon Kaen 40000

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาจากความแห้งแล้ง ภาวะภัยแล้งที่กำลังเกิดขึ้นส่งผลต่อการเพาะปลูกพืชที่ใช้น้ำมากในพื้นที่เขตชลประทานภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง เกษตรกรส่วนใหญ่มีทั้งการทำนาปีและนาปรัง เมื่อเกิดปัญหาภัยแล้ง ปริมาณน้ำในเขื่อนทั่วทั้งประเทศมีปริมาณลดลง ส่งผลให้ภาครัฐกำหนดแผนการบริหารจัดสรรน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกพืชในช่วงฤดูแล้งลดลง โดยเฉพาะพื้นที่นาในเขตชลประทาน รัฐบาลจึงมีนโยบายให้เกษตรกรงดการปลูกข้าวนาปรังและสนับสนุนให้มีการปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยในช่วงฤดูแล้ง การปลูกพืชไร่ในสภาพหลังนาจำเป็นต้องอาศัยน้ำจากชลประทาน หรืออาศัยความชื้นภายในดินที่หลงเหลืออยู่หลังจากการทำนา ข้อจำกัดของสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกพืชไร่ในสภาพหลังจากการทำนา คือ ช่วงแสงวันสั้น อุณหภูมิต่ำในระยะแรก อุณหภูมิสูงในระยะหลัง กระทบแล้งในช่วงออกดอกติดฝัก และสภาพดินอัดตัวแน่น (สมชาย, 2554) สมชาย (2549) รายงานว่า การปลูกพืชไร่หลังการทำนามีข้อดีหลายประการ ตั้งแต่การใช้ปริมาณน้ำน้อยกว่าการทำนา ผลผลิตมีคุณภาพดี ราคาดีกว่าฤดูปกติ ช่วยลดการแพร่ระบาดของแมลงโดยเฉพาะเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ ผลผลิตสูงเมื่อเทียบกับการปลูกในช่วงฤดูฝน ต้นทุนการผลิตต่ำและผลตอบแทนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการทำนา นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลในการปลูกพืชไร่ที่ใช้น้ำน้อยทดแทนการทำข้าวนาปรัง เพื่อประหยัดการใช้น้ำและยังช่วยตัดวงจรการระบาดของแมลงอีกด้วย

ข้าวโพดไร่เป็นพืชไร่ชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพที่จะปลูกในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวข้าวนาปี ซึ่งข้าวโพดไร่มีอายุสั้นประมาณ 110-120 วัน และใช้น้ำน้อยกว่าการทำนาประมาณ 2-3 เท่า เมื่อปลูกหลังนา (ฤดูแล้ง) จะให้คุณภาพเมล็ดดีปราศจากสาร อะฟลาทอกซิน ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกในฤดูฝนประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมและการจัดการที่ดี และผลตอบแทนสูงกว่าการทำนา (Boonpradub *et al*., 1998) แต่การผลิตข้าวโพดไร่หลังนาเกิดปัญหาทางด้านต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างจะสูง โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการเตรียมดินที่มีการไถพรวนปกติ ดังนั้นแนวทางที่ช่วยลดต้นทุนการผลิต คือ การใช้วิธีลดการไถพรวนเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการเตรียมดิน เกษตรกรสามารถเพาะปลูกได้เร็วขึ้น (ธวัชชัย, 2538) ลดการเกิดชั้นอัดตัวแน่นของดินซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเจริญเติบโตของพืช มีเศษซากพืชปกคลุมดินไว้ทำให้มีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ความชื้นไว้ได้ดีที่สุด ซึ่งช่วยในการประหยัดการใช้น้ำ (Weatherly and Dane, 1979) การแนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรรู้จักการใช้ปัจจัยการผลิตนอกจากขั้นตอนการเตรียมดินแล้ว พันธุ์ของข้าวโพดไร่ก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากข้าวโพดไร่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตในแต่ละสภาพแวดล้อม และวิธีการเตรียมดินที่แตกต่างกัน จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นแนวทางที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนในสภาพหลังนาจังหวัดพิษณุโลก

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมเมล็ดพันธุ์

ปลูกข้าวโพดไร่ลูกผสมพันธุ์การค้า จำนวน 12 พันธุ์ ที่แปลงเกษตรกร ตำบลวังดินเหนียว อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCBD ปัจจัยหลัก คือ วิธีการไถพรวน 2 วิธี ได้แก่ การไถพรวนปกติ และการลดการไถพรวน ปัจจัยรอง คือ ข้าวโพดไร่ลูกผสม 12 พันธุ์ ได้แก่ PAC339 (บริษัท แฟซิฟิค เมล็ดพันธุ์ จำกัด), PAC559 (บริษัท แฟซิฟิค เมล็ดพันธุ์ จำกัด), CP888 New (บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส จำกัด), CP301 (บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊วส จำกัด), S6248 (บริษัท ซินเจนทา ซีดส์ จำกัด), S7328 (บริษัท ซินเจนทา ซีดส์ จำกัด), DK7979 (บริษัท มอนซานโต้ ไทยแลนด์ จำกัด), DK6818 (บริษัท มอนซานโต้ ไทยแลนด์ จำกัด), P4554 (บริษัท ไพโอเนีย ไฮ-เบรด (ไทยแลนด์) จำกัด), P4546 (บริษัท ไพโอเนีย ไฮ-เบรด (ไทยแลนด์) จำกัด), NS3 (กรมวิชาการเกษตร) และ SW4452 (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) โดยมีขนาด

แปลงย่อย 10 แถว แต่ละแถวยาว 10 เมตร ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร ปลูกจำนวน 2 ต้นต่อหลุม อัตราเมล็ดพันธุ์ 3.5 กิโลกรัมต่อไร่ ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุมที่อายุ 14 วันหลังปลูก สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกมีค่า pH 5.57 ค่าการนำไฟฟ้า 0.44 เดซิซีเมนต่อเมตร อินทรียวัตถุ 1.08 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 30.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 72.97, 2083.4 และ 129.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 พร้อมปลูก โดยใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ที่ข้าวโพดอายุ 21 วันหลังปลูก ให้น้ำแบบร่องโดยอาศัยระบบชลประทาน ควบคุมวัชพืชก่อนงอกด้วยสารกำจัดวัชพืชเพนดิเมธาลิน อัตรา 640 ซีซีต่อไร่ต่อน้ำ 80 ลิตร กำจัดวัชพืชและเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้แรงงานคน บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ดังนี้ ความสูงต้น ความสูงฝัก วันสลัดละอองเกสรและวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้นเมล็ด 15 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

มีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม R (ชูศักดิ์, 2552)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตและผลผลิต

ข้าวโพดไร่ลูกผสมที่ปลูกภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน มีความสูงต้นขณะเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกัน โดยวิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวนมีความสูงต้นเฉลี่ย 222 และ 222 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ข้าวโพดไร่ที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความสูงต้นแตกต่างกัน โดย DK6818 มีความสูงต้น 237 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ CP888 New, S6248, DK7979, P4554, P4546, NS3 และ SW4452 (พันธุ์เปรียบเทียบ) แต่มีความสูงต้นสูงกว่า S7328 ในขณะที่ PAC339 มีความสูงต้นไม่แตกต่างทางสถิติกับ PAC559 และ CP301 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ของวิธีการไถพรวนและพันธุ์ต่อความสูงต้นขณะเก็บเกี่ยว (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ รุ่งนภา (2528) ที่พบว่า การปลูกข้าวโพดโดยมีการไถพรวนปกติไม่ทำให้ความสูงต้นและความสูงฝักของข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ จากการปลูกโดยการลดการไถพรวนในทุกระยะการเจริญเติบโต แต่มีแนวโน้มว่าการปลูกข้าวโพดโดยมีการไถพรวนปกติจะทำให้ต้นสูงกว่าการปลูกข้าวโพดโดยไม่มีการไถพรวน วิธีการไถพรวนไม่ได้เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง แต่จะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นตัวควบคุม ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจน เป็นต้น Randall and Iragavarapu (1995) พบว่า ข้าวโพดที่ปลูกในแปลงที่มีการไถพรวน จะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการลดการไถพรวน โดยเฉพาะการเจริญเติบโตในช่วงแรก เนื่องจากในระบบที่ลดการไถพรวนนั้นมีเศษพืชปกคลุมดิน ส่งผลให้อุณหภูมิที่ผิวต่ำ ดินชั้นบนมีความแข็งและมีความชื้นมาก ทำให้ปริมาณออกซิเจนมีจำกัด จึงส่งผลให้การกระจายของราก และการเจริญเติบโตในช่วงแรกช้ากว่าปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถพรวนปกติ ในทางตรงกันข้าม Weatherly and Dane (1979) ศึกษาการปลูกข้าวโพดในระบบการเตรียมดินที่แตกต่างกัน พบว่าแปลงที่ลดการไถพรวนนั้นรากข้าวโพดจะดูดน้ำขึ้นมาใช้ได้มากกว่าเนื่องจากการลดการไถพรวนทำให้มีเศษซากพืชคลุมดินไว้เพียงพอ มีประสิทธิภาพในการรับน้ำฝนและอนุรักษ์ความชื้นได้ดีที่สุด จึงทำให้ข้าวโพดมีความสูงต้นมากกว่าแปลงที่มีการไถพรวนปกติ

วิธีการไถพรวนไม่มีผลต่อความสูงฝัก โดยวิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวนมีความสูงฝักเฉลี่ย 118 และ 120 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดไร่ที่แตกต่างกัน พบว่า ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ มีความสูงฝักแตกต่างกัน โดย SW4452 มีความสูงฝัก 140 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับ

DK6818 และ NS3 ในขณะที่พันธุ์ PAC339 มีความสูงฝัก 95 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ PAC559, CP301 และ P4546 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ของวิธีการไถพรวนและพันธุ์ต่อความสูงฝัก (Table 1) วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน มีผลทำให้ข้าวโพดไร่ลูกผสมมีวันสลัดละอองเกสร 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนมีวันสลัดละอองเกสร 50 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยที่อายุ 61 และ 62 วันหลังปลูก ตามลำดับ แต่พันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมที่แตกต่างกัน มีผลทำให้วันสลัดละอองเกสร 50 เปอร์เซ็นต์แตกต่างกัน โดย DK6818 มีวันสลัดละอองเกสร 50 เปอร์เซ็นต์เร็วที่สุด คือ 59 วันหลังปลูก ไม่แตกต่างทางสถิติกับ DK7979 และ P4554 ในขณะที่ PAC559 มีวันสลัดละอองเกสร 50 เปอร์เซ็นต์นานที่สุด คือ 64 วันหลังปลูก ใกล้เคียงกับพันธุ์ S7328, P4546, NS3 และ S6248 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการไถพรวนและพันธุ์ต่อวันสลัดละอองเกสร 50 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) ข้าวโพดไร่ลูกผสมที่ปลูกภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน มีวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกัน โดยวิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน มีวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยที่อายุ 64 และ 64 วันหลังปลูก ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ข้าวโพดไร่ที่แตกต่างกันมีผลทำให้วันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์แตกต่างกัน โดย DK6818 มีวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์เร็วที่สุด คือ 62 วันหลังปลูก ไม่แตกต่างทางสถิติกับ P4554, DK7979, SW4452 และ CP888 New ในขณะที่ PAC559 มีวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์นานที่สุด คือ 66 วันหลังปลูก ใกล้เคียงกับพันธุ์ S7328, P4546, NS3, S6248, PAC339 และ CP301 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการไถพรวนและพันธุ์ต่อวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน ไม่มีผลทำให้ผลผลิตของข้าวโพดไร่ลูกผสมแตกต่างกัน โดยข้าวโพดไร่ลูกผสมที่ปลูกภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน มีผลผลิตเฉลี่ย 909 และ 896 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมที่แตกต่างกัน มีผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับวิถีไถพรวนต่อผลผลิต (Table 3) จะเห็นได้ว่าข้าวโพดไร่ลูกผสมทุกพันธุ์มีศักยภาพการให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีการปรับปรุงพันธุ์และปลูกทดสอบมาแล้วหลายพื้นที่ ความแตกต่างของผลผลิตนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับพันธุ์เพียงอย่างเดียว แต่ยังมีผลมาจากการเขตกรรมและสภาพแวดล้อม สำหรับผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิตินั้น แต่เมื่อปลูกภายใต้การไถพรวนปกติมีผลผลิตสูงกว่าการลดการไถพรวนเล็กน้อย สอดคล้องกับรังสิต (2538) ที่พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการปลูกพืชโดยการไถพรวนปกติ และไม่ไถพรวน พบว่าผลผลิตพืชไม่แตกต่างกัน ในระยะ 1-2 ปีแรก แต่การปลูกพืชโดยไม่ไถพรวนอาจมีผลผลิตต่ำกว่าเล็กน้อย และเมื่อปลูกข้าวโพดโดยไม่ไถพรวนซ้ำ ที่เดิมเป็นเวลาหลายๆ ปี ติดต่อกัน จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเท่ากับการปลูกพืชโดยการไถพรวนทุกฤดูปลูก หรืออาจให้ผลผลิตสูงกว่าการไถพรวนทุกฤดูปลูก และถ้าหากมีการควบคุมกำจัดวัชพืชอย่างสมบูรณ์แล้ว ผลผลิตของข้าวโพดที่ได้จากแปลงที่ปลูกแบบลดการไถพรวนจะไม่แตกต่างจากแปลงที่ปลูกแบบไถพรวนปกติ Blevins (1984) ได้ปลูกข้าวโพดในดินที่เป็นดิน Wooster ที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายแป้งที่มีการระบายน้ำได้ดี พบว่า การไม่ไถพรวนให้ผลผลิตสูงกว่าการไถพรวนปกติ ในทางตรงกันข้าม ผลผลิตของข้าวโพดจะลดลงเมื่อปลูกในดินเหนียวปนทรายแป้งและมีการระบายน้ำเลวมาก ตรงกันข้ามกับ วีระศักดิ์ และคณะ (2545) ศึกษาการปลูกข้าวโพดไร่โดยไม่ไถพรวนในแปลงเกษตรกร จังหวัดพิษณุโลก พบว่า การปลูกแบบไม่ไถพรวน จะออกดอกช้ากว่า ส่วนความสูง จำนวนฝัก ผลผลิต เมล็ดแห้ง และน้ำหนักแห้งต่ำกว่าการไถพรวนปกติเล็กน้อย และไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมภายใต้สภาพการไถพรวนปกติและลดการไถพรวนในฤดูแล้งหลังนา

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมภายใต้สภาพการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน แปลงเกษตรกร อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ฤดูแล้งหลังนา 2558 พบว่า ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน ไม่มีผลทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน โดยมีผลผลิตตั้งแต่ 796-1,060 กิโลกรัมต่อไร่ และข้าวโพดไร่ทั้ง 12 พันธุ์มีผลผลิตเฉลี่ย 936 กิโลกรัมต่อไร่ โดยข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 11 พันธุ์ ให้ผลผลิตมากกว่า SW4452 คิดเป็น 9-33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ ข้าวโพดไร่ลูกผสม 10 พันธุ์ ให้ผลผลิตมากกว่า NS3 คิดเป็น 3-23 เปอร์เซ็นต์ โดยพันธุ์ S7328 มีผลผลิตสูงกว่า SW4452 และ NS3 คิดเป็น 33 และ 23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 4)

เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวนมีผลทำให้วันสลัดละอองเกสร 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีวันสลัดละอองเกสร 50 เปอร์เซ็นต์ตั้งแต่ 60-64 วันหลังปลูก พันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ที่ปลูกภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน มีผลทำให้วันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกัน โดยมีวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ตั้งแต่ 62-66 วันหลังปลูก สำหรับความสูงต้นขณะเก็บเกี่ยว พันธุ์ข้าวโพดไร่ที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ความสูงต้นแตกต่างกัน โดย DK6818 มีความสูงต้น 238 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับ DK7979, P4546, P4554, CP888 New, S6248, NS3 และ SW4452 ในขณะที่ S7328 มีความสูงต้น ไม่แตกต่างกับ PAC339 และ CP301 เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและลดการไถพรวน มีผลทำให้ความสูงฝักขณะเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน โดย SW4452 มีความสูงฝัก 138 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับ DK7979, P4554, S6248, DK6818 และ NS3 ในขณะที่ CP301 มีความสูงฝักต่ำที่สุดคือ 97 เซนติเมตร ความชื้นของเมล็ดข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 12 พันธุ์ไม่แตกต่างกัน โดยมีความชื้นของเมล็ดตั้งแต่ 21-27 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะแตกต่างกัน โดย PAC339 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะ 86 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับ DK7979 และ CP301 ในขณะที่ S7328 และ DK6818 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะต่ำที่สุดคือ 79 และ 79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 4)

Table 1 Plant and ear height (cm.) of field corn hybrids grown under conventional and minimum tillage in dry season 2015, Phitsanulok

Entry	Variety (V)	Plant height (cm.)		Average	Ear height (cm.)		Average
		Tillage method (T)		(V)	Tillage method (T)		(V)
		Conventional	Minimum		Conventional	Minimum	
1	PAC339	199	194	196 d	100	91	95 e
2	PAC559	199	203	201 cd	104	105	104 e
3	CP888 New	230	222	226 ab	119	120	120 c
4	CP301	196	211	203 cd	92	102	97 e
5	S6248	231	231	230 ab	127	126	127 bc
6	S7328	225	210	217 bc	125	115	120 cd
7	DK7979	226	231	228 ab	117	128	122 bc
8	DK6818	236	238	237 a	128	140	134 ab
9	P4554	229	237	232 ab	125	130	127 bc
10	P4546	228	229	228 ab	107	107	107 de
11	NS3	233	228	230 ab	133	135	134 ab
12	SW4452 (check)	235	234	235 ab	140	140	140 a
	Average (T)	222	222		118	120	
C.V. (T) = 8.4%		C.V. (V) = 5.1%			C.V. (T) = 3.1%		C.V. (V) = 10.8%
F-test (T) = ns	F-test (V) = **	F-test (TxV) = ns			F-test (T) = ns	F-test (V) = **	F-test (TxV) = ns

ns Not significant ** Significant at P < 0.01

Table 2 Days to 50% anthesis and silking (day) of field corn hybrids grown under conventional and minimum tillage in dry season 2015, Phitsanulok

Entry	Variety (V)	Days to 50% tassel		Average	Days to 50% silk		Average
		Tillage method (T)		(V)	Tillage method (T)		(V)
		Conventional	Minimum		Conventional	Minimum	
1	PAC339	61	63	62 b-d	63	65	64 a-e
2	PAC559	63	64	64 a	65	67	66 a
3	CP888 New	61	61	61 c-e	63	65	64 b-f
4	CP301	60	62	61 de	63	65	64 a-e
5	S6248	63	62	63 a-c	65	64	65 a-d
6	S7328	63	63	63 ab	65	67	66 ab
7	DK7979	60	60	60 ef	63	63	63 d-f
8	DK6818	60	59	59 f	62	62	62 f
9	P4554	61	60	60 ef	64	62	63 ef
10	P4546	63	63	63 ab	65	66	65 a-c
11	NS3	63	62	63 a-c	65.	64	65 a-d
12	SW4452 (check)	61	61	61 de	64	63	64 c-f
	Average (T)	61	62		64	64	
C.V. (T) = 3.9%		C.V. (V) = 2.6%			C.V. (T) = 2.6%		C.V. (V) = 3.0%
F-test (T) = ns F-test (V) = ** F-test (TxV) = ns					F-test (T) = ns F-test (V) = ** F-test (TxV) = ns		

ns Not significant ** Significant at P < 0.01

Table 3 Grain yield (kg/rai) of field corn hybrids grown under conventional and minimum tillage in dry season 2015, Phitsanulok

Entry	Variety (V)	Tillage method (T)		Average
		Conventional	Minimum	(V)
1	PAC339	949	901	925
2	PAC559	829	887	858
3	CP888 New	991	827	909
4	CP301	898	900	899
5	S6248	937	906	922
6	S7328	960	1,032	996
7	DK7979	952	960	956
8	DK6818	932	894	913
9	P4554	834	981	908
10	P4546	835	956	895
11	NS3	897	802	849
12	SW4452 (check)	897	702	800
	Average (T)	909	896	
	C.V. (T) = 59.9%	C.V. (V) = 16.7%		
	F-test (T) = ns F-test (V) = ns F-test (TxV) = ns			

ns Not significant

Table 4 Combined yield and agronomic data of field corn hybrids grown under conventional tillage and minimum tillage in dry season 2015, Phitsanulok

No.	Variety	Origin	Grain yield	Relative to check		Relative	Days to	Days to	Plant	Ear	Moisture	Shelling
				SW4452	NS3	to mean	50%	50%	height	Height	content	(%)
			Kg/rai	(%)	(%)	(%)	tassel	silk	(cm)	(cm)	(%)	
1	S7328	Syngenta	1,061	133	123	113	63	66	214 b	113 cd	25	79 d
2	DK7979	Monsanto	977	123	113	104	60	63	231 a	125 a-c	26	83 a-c
3	PAC339	Pacific	973	122	113	104	62	64	200 b	99 ef	21	86 a
4	P4546	Pioneer	966	121	112	103	63	65	231 a	107 d-f	24	83 bc
5	P4554	Pioneer	966	121	112	103	61	63	230 a	125 a-c	24	82 cd
6	CP888 New	Charoenpokphan	951	119	110	102	61	64	228 a	121 b-d	23	82 cd
7	S6248	Syngenta	931	117	108	100	63	65	235 a	131 ab	25	81 cd
8	CP301	Charoenpokphan	929	117	108	99	61	64	203 b	97 f	24	86 ab
9	DK6818	Monsanto	924	116	107	99	59	62	238 a	135 a	27	79 d
10	PAC559	Pacific	893	112	103	95	64	66	205 b	111 c-e	25	83 bc
11	NS3	DOA	864	109	100	92	60	63	234 a	132 ab	23	82 cd
12	SW4452 (check)	KU	796	100	92	85	63	65	234 a	138 a	25	82 cd
	Mean		936	118	108	100	62	64	223	120	24	82
	C.V. (%)		17.7	-	-	-	2.6	3.0	5.0	10.2	12.4	3.0
	F-test		ns	-	-	-	ns	ns	**	**	ns	**

ns Not significant * Significant at P < 0.05 ** Significant at P < 0.01

สรุป

เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพและพันธุ์ของข้าวโพดไร่ลูกผสม พบว่า ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 11 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 9-33 เปอร์เซ็นต์เมื่อปลูกภายใต้วิธีการไถพรวนปกติและการลดการไถพรวน ดังนั้นจึงสามารถแนะนำให้เกษตรกรในอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ปลูกข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 11 พันธุ์ได้ทั้งภายใต้การไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนในฤดูแล้งหลังนา อย่างไรก็ตามถึงแม้ข้าวโพดไร่ลูกผสมทั้ง 11 พันธุ์จะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ SW4452 ทั้งภายใต้การไถพรวนปกติและการลดการไถพรวนนั้น ก็ควรจะมีการศึกษาด้านต้นทุนและผลตอบแทนเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการปลูกข้าวโพดไร่ลูกผสมหลังนา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2558

เอกสารอ้างอิง

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2552. **สถิติ: การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชด้วย "R"**. คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ธวัชชัย ณ นคร. 2538. การวิจัยและพัฒนาการปลูกพืชโดยการลดการไถพรวน, น. 38-46. *ใน* **สัมมนาวิชาการการพัฒนา ระบบการปลูกพืชโดยลดการไถพรวน**. วันที่ 18-20 ตุลาคม 2538. โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน, ชลบุรี.

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ไถพรวนที่มลรัฐเทนเนสซี่, น. 38-53. *ใน* **สัมมนาวิชาการการพัฒนา ระบบการปลูกพืชโดยลดการไถพรวน**. วันที่ 18-20 ตุลาคม 2538. โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน, ชลบุรี.

รุ่งนภา ตั้งอดุลย์รัตน์. 2528. **ผลของระบบการไถพรวน วิธีการกำจัดวัชพืชและวิธีการใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระศักดิ์ เกิดแสง, สมชาย บุญประดับ และ อัมพร สุวรรณเมฆ. 2545. การศึกษาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาโดยไม่ไถพรวนในเขตจังหวัดพิษณุโลก, น. 87. *ใน* **บทคัดย่อการประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 1 การประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 1**. มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, พิษณุโลก.

สมชาย บุญประดับ. 2549. ปลูกข้าวโพดหลังนาอย่างไรให้ได้ไร่ละ 1,000 กิโลกรัม. **กสิกร**. 79 (5): 54-56.

_____. 2554. การปลูกพืชไร่หลังนา, น. 79-87. *ใน* **ประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2554**. วันที่ 3-4 มิถุนายน 2554. โรงแรมอมารี ดอนเมืองแอร์พอร์ต, กรุงเทพฯ.

Blevins, R.L. 1984. Soil adaptability for no-tillage on soil organic carbon mineralization estimated form ^{13}C abundance in maize fields. **J. Soil Sci.** 41: 584-596.

Boonpradup, S., M. Chatairi and N. Senanarong. 1998. Maize cultivation in paddy field research in Thailand, pp. 399-406. *In* S.K. Vasal *et al*. (eds.). ***In*** **Proceedings of The 7th Asian Regional Maize Workshop**. PCARRD, Los Banos, Phillippines.

Randall, G.W. and T.K. Iragavarapu. 1995. Impact of long-term tillage systems for continuous corn on nitrate leaching to tile drainage. **J. Environ. Qual.** 24: 360-366.

Weatherly, A.B. and J.H. Dane. 1979. Effect of tillage on soil water movement during corn growth. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 43: 1222-1225.

Anatomical Character of a Mangrove Species *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. (ACANTHACEAE)

Mookrawee Sasomsaptawee[1], Prasart Kermanee[1*] and Vipak Jintana[2]

ABSTRACT

Mangrove ecosystems are known as unique ecosystems. The mangrove trees have typical characteristics to survive in an anaerobic condition, waterlogged soils and high salinity. *Avicennia marina* is one of the dominant mangrove species in Thailand. It is a pioneer species that typically dominates the open areas of riverside or mud flats. Samples of *A. marina* were collected from mangrove forest at Sirinart Rajini Ecosystem Learning Center, Prachuabkirikhan province, Thailand. Anatomical characteristics of mature samples including pneumatophore, stems, leaves, flowers and fruits were investigated. The sample were prepared into permanent slides and observed under light microscope. It was found that pneumatophores have lenticels which consist of complementary tissue for gas exchange. Cortex of pneumatophore forms aerenchyma for gas storage. It has a lot of sclereids in cortex for strength. Stem has a single layer of epidermis and it is covered by thick cuticle and trichomes which prevent water evaporation. Gelatinous fibers have been found in xylem which play an important role in support. In leaf, the lower epidermis has salt extruding glands and trichome. Salt glands accumulate and exclude the salt. The hypodermis has 4-5 layers of water storage cells. It plays an important role in water conservation. The structures of *A. marina* show anatomical adaptations to survive in an anaerobic condition, waterlogged soils and high salinity.

Keywords: Mangrove, *Avicennia marina.,* Anatomy

[*]Corresponding author, email: **fscipsk@ku.ac.th**

[1] Department of Botany, Faculty of science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

[2] Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

INTRODUCTION

Mangrove ecosystems are known as unique ecosystems with high biodiversity, dominating the coastal area in tropical and subtropical regions. The mangrove trees have typical characteristics to survive in a salty environment which is subjected to tides of the oceans, seas or rivers (Hannes, 2012).

Avicennia marina (Forssk.) Vierh. is one of the dominant mangrove species in Thailand. It is a pioneer species that typically dominates the open areas of riverside or mud flats. *A. marina* is found in both the lowest and highest intertidal zones, but rarely seen or even absent in the middle intertidal zone. Their sizes can vary from small shrubs and dwarf trees up to 30 meters high trees (Peter and Sivasothi, 1999).

The structures of *A.marina* typically show physiological and morphological adaptations to survive in an anaerobic condition, waterlogged soils and salinity. For example, *Avicennia* spp. has salt glands exclude the salt (mainly NaCl) to outside (Borkar *et al,* 2009), water storage tissue which plays an important role in conservation of water (Nair and Govindakutty, 1972). The specialized roots are important sites of gas exchange. Its root system is fairly complex, including to four types of roots, namely pneumatophore, cable root, feeding and anchor roots. The fruit is semi-viviparous, seedling develops on the parent tree, but not emerging until it has dropped off (Tomlinson, 1986).

Most studies have focused on ecology and their morphological adaptation. In Thailand, the information on anatomy relating plant adaptation to survive in mangrove ecosystems is incomplete. Thus, this research aims to examine the internal structure of this species in order to understand its adaptation which is important knowledge for *A. marina*.

MATERIALS AND METHODS

Samples of *Avicennia marina* were collected from mangrove forest at Sirinart Rajini Ecosystem Learning Center, Prachuabkirikhan province, Thailand. Anatomical characteristics of mature samples (pneumatophores, stems, leaves) were observed by the permanent slides technique.

Permanent slides were prepared using paraffin method (Johansen, 1940 and Kermanee, 2008). The samples were fixed in formalin 50% alcohol glacial acetic acid (FAA) (5:90:5). Samples were then dehydrated in a tertiary butyl alcohol series of concentration (50-100%) and embedded in paraffin (Paramat extra, BDH, England) at 60 °C. Transverse sections of 15-25 µm thickness were obtained using a rotary microtome (Leica RM2165, Germany). These slides were stained with safranin (1% aqueous) and fast green (0.5% in absolute ethanol). The stained samples were cleared with pure xylene and permanently mounted with permount (Fisher, USA). Finally, the permanent slides were examined by Zeiss' microscope assembled with AxioCam MRc camera and Axioskop 2 Plus program.

RESULTS

Root

Pneumatophore which is an above-ground root like structure, contains lenticels and aerenchyma tissue (Figure 1A). The outer most layer is periderm which consists phellem, phellogen, and phelloderm (Figure 1B). The outer layers of cortex consist of parenchyma which have chloroplast, while the inner layers of cortex form aerenchyma with large intercellular spaces. Aerenchyma form structure like a bridge between the external and internal regions of the cortex. Sclereids were occasionally found in cortex (Figure 1C,1D). Endodermis composes of non-suberized cell (Figure 1C). The central cylinder is a stele of the eustele type with collateral bundles. The center of root is pith parenchyma (Figure 1D).

Stem

The stem has a single layer of epidermis and is covered by thick cuticle and trichomes (Figure 2B). Cortex has two different parts. The outer part consist of collenchyma which are small and thick cell wall, and the inner part consists of parenchyma (Figure 2B). Stele is eustele which has concentric rings of collateral bundles. Xylem is endarch. Gelatinous fibers have been found in xylem (Figure 2A, 2C). The wide pith consists of circular parenchyma and sclerieds (Figure 2A, 2C).

Leaf

A transverse section shows the following layers: 1) upper epidermis, 2) hypodermis, 3) mesophyll, and 4) lower epidermis (Figure 3A). The upper epidermis is a outermost layer, covered with thick cuticle. Salt glands were observed in upper (Figure 3C). Hypodermis contains water storage tissue which is 4-5 layers in thickness (Figure 3C). Mesophyll has two different parts: the palisade tissue towards upper epidermis and the spongy tissue towards the lower epidermis. The palisade tissue has 2-3 layers of cells and is below the hypodermis. Spongy tissue follows the palisade layers, which are 2-3 layers thick. Both these tissues have chloroplasts. Vascular bundle is an amphicribral concentric bundle (Figure 3E). The lower epidermis has raised stomata and, on its outer side, there are salt extruding glands and trichomes (Figure 3E).

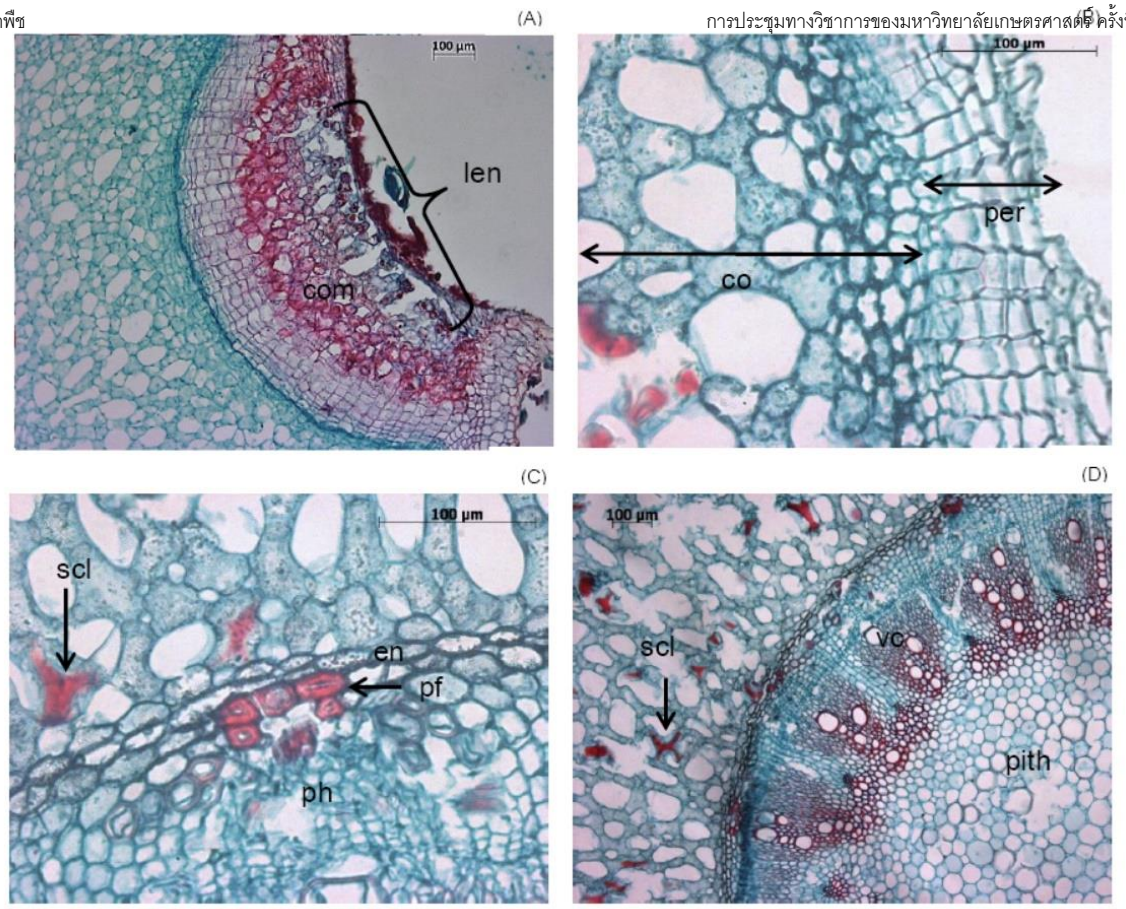


Figure 1 Transverse section of pneumatophore of *Avicennia marina* showing; (A) Lenticel; (B) Periderm and cortex; (C) Phloem; (D) Xylem and pith; (co: cortex, per: periderm, pf: phloem fiber, scl: sclereid, vc: vascular bundle, len: lenticel, ph: phloem, com: complementary tissue, en: endodermis)

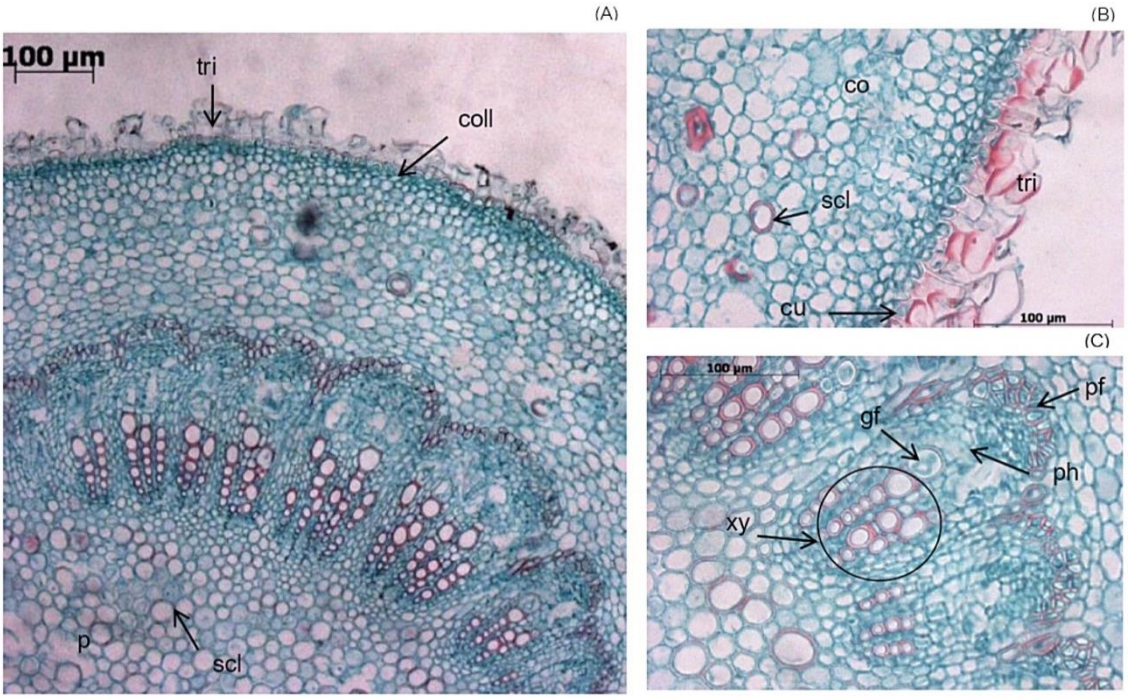


Figure 2 Transverse section of stem of *Avicennia marina* showing; (A) Epidermis, cortex and stele; (B) Trichome and cortex; (C) Vascular bundle. (tri: trichome, co: cortex, cu: cuticle and scl: scleried, p: pith, xy: xylem, ph: phloem, gf : gelatinous fiber,coll: collenchyma, pf: phloem fiber)

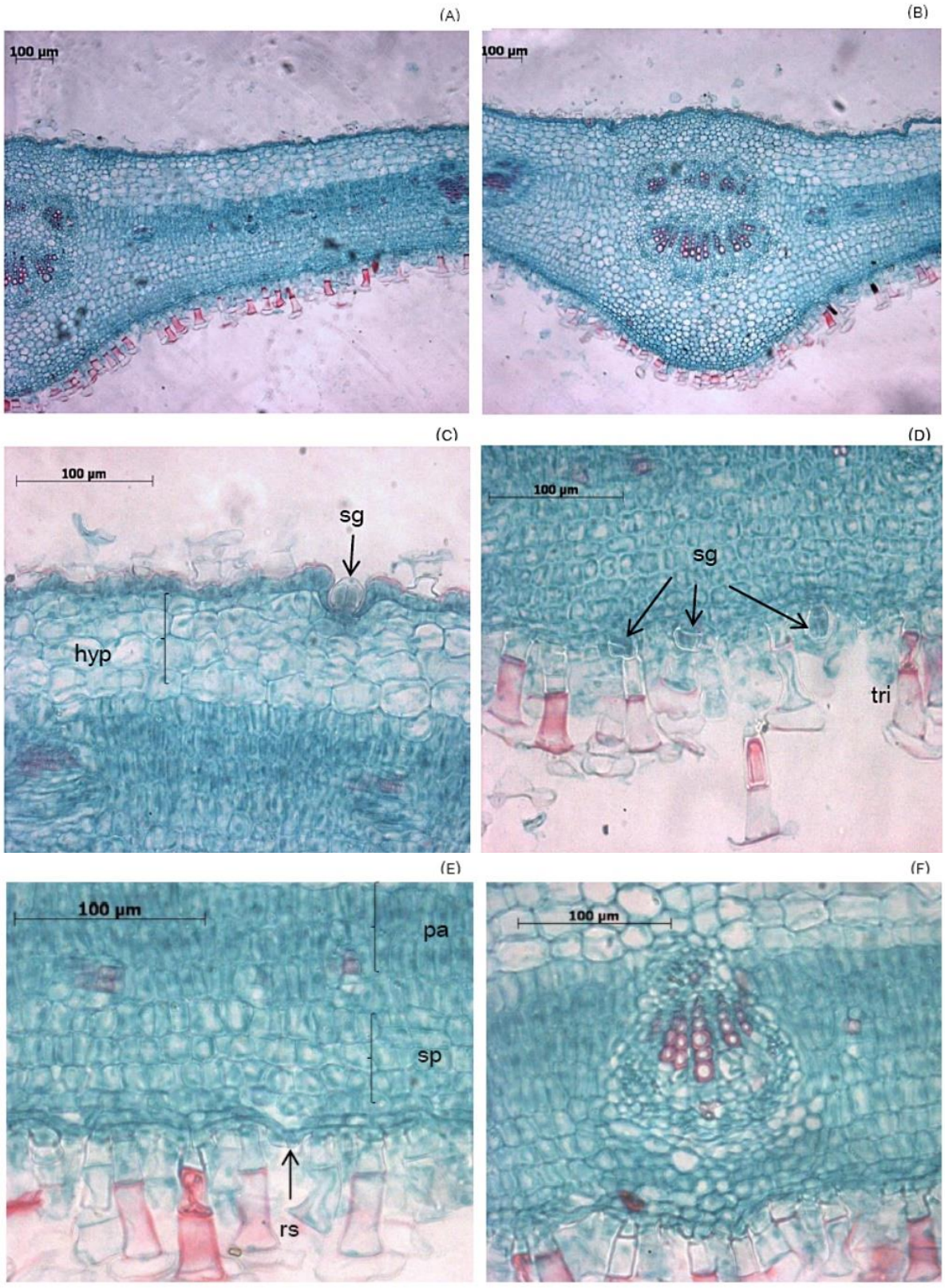


Figure 3 Transverse section of leaf of *Avicennia marina* showing, (A) Leaf mesophyll; (B) Midrib; (C) Salt gland hypodermis; (D) Trichome; (E) Palisade and spongy layers; (F) Vascular bundle (vein) (sg: salt gland, hyp: hypodermis, tri: trichome, pa: Palisade mesophyll, sp: spongy mesophyll, rs: raised stoma.)

DISCUSSION

Root

Pneumatophore is an above-ground root like structure containing lenticels. Aerenchyma tissue form a pathway for gas exchange from the atmosphere to the underground root (Scholander *et al.*, 1965). When pneumatophore becomes older, it produces cork cover to protect and prevent salt from sea water (Fahn,1982). It has a lot of sclereids in cortex for strength (Boodrut, 1979).

Stem

A single layer of epidermis is covered by thick cuticle and trichomes to prevent water evaporation (Toonyatorn, 1982). Cortex thickness accompanying prolonged waterlogging duration would be in response to anoxic conditions (Yan et al., 2009). Thicker fiber walls would increase the mechanical strength and prevent vessel deformation when strong tensions occurred in vessels (Carlquist, 2002). Tolerance to salinity in mangrove species relates to less efficient water transport and more conservation of water use (Sobrado, 2000). Gelatinous fibers also play an important role in support (Fisher and Tomlinson, 2002).

Leaf

Anatomy of leaf show xeric adaptation for conservation of water (Naskar and Rabindranath, 1999). Trichomes were found at only lower epidermis similar to Triperm (1977) report. Salt glands appear on lower epidermis and upper epidermis similar to Fahn (1982) report. The hypodermis has water storage tissue which plays an important role in conservation of water (Borkar *et al.,* 2009). Leaf anatomical characteristics show significantly changes according to variations in salinity.

CONCLUSION

The structures of *A. marina* show anatomical adaptations to survive in an anaerobic condition, waterlogged soils and high salinity. For anaerobic condition, pneumatophores have lenticels which consist of complementary tissue for gas exchange. For waterlogged soils, cortex of pneumatophore forms aerenchyma for gas exchange. For high salinity, salt gland accumulates and excrudes salt to outside.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thanks the Human Resource Development in Science Project (Science Achievement Scholarship of Thailand), the Sirinart Rajini Ecosystem Learning Center and Kasetsart University.

REFERENCES

Boodrut, P. 1979. **The study of Rhizophora mucronata and Rhizophora apiculata**. M.Sc. thesis, Faculty of Science, Kasetsart University.

Borkar, M.U., R.P. Athalye.,and Q. Goldin. 2009. **Salinity induced changes in the leaf anatomy mangrove *Avicennia marina* along the anthropogenically stressed.** tropical creek. Coastal Development. India.

Carlquist, S., 2002. **Comparative Wood Anatomy**. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Fahn, A., 1982. **Plant Anatomy.** Pergamon Press, New York.

Fisher, J.B.,and, P.B Tomlinson., 2002. Tension wood fibers are related to gravitropic movement of red mangrove (Rhizophora mangle) seedlings. **Journal of Plant Research**. 115: 39–45.

Hannes de Deurwaerder. 2012. **How are anatomical and hydraulic features of *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* trees influenced by siltation?** University of Ghent, Brussels.

Johansen,D.A. 1940. **Plant Microtechnique.** McGraw-hill, New York.

Kermanee, P. 2008. **Plant Microtechnique**. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Nair, N. B., and A.G. Govindakutty., 1972. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, India. 38 pp. 251- 258.

Naskar, K.M., and M. Rabindranath., 1999. Ecology and biodiversity of Indian mangroves. **Daya Publishing House.** 35: 51-74.

Peter,K.L.Ng ., Sivasothi,N., 1999. **A Guide to the Mangroves of Singapore I.The Ecosystem and plant Diversity**, Singapore.

Scholander, P.F., hammel, H.T., Bradstreet, E.D., Hemmingsen, E.A., 1965. Sap Pressure in Vascular Plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. **Science.** 16(148): 339–346

Sobrado, M.A. 2000. Relation of water transport to leaf gas exchange properties in three mangrove species. **Trees** 14: 258–262.

Tomlinson P.B. 1986. **The Botany of Mangroves**. Cambridge University Press, London, UK.

Toonyatorn, T. 1982. **The Anatomy of Botany**. Kasetsart University Press, Bangkok.

Triperm A., 1977. **The study of stomata of Mangrove species.** M.Sc. thesis, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok.

Yan, X., Jiea, Z., Wanga, M., Lina, G., Wang, W., 2009. Leaf and stem anatomical responses to periodical waterlogging in simulated tidal floods in mangrove *Avicennia marina* seedlings **Aquatic Botany** 91(3):231-237.

การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ก่อนการค้า 4 สายพันธุ์

Evaluation of Seed Yield and Other Agronomic Traits of Four Pre-commercial Waxy Corn Inbred Lines

ประเสริฐ ถาหล้า[1*], ชฎามาศ จิตต์เลขา[1] เสาวนีย์ ฝัดศิริ[1] โชคชัย เอกทัศนาวรรณ[1] และ ธำรงศิลป โพธิสูง[1]

Prasert Thala[1*], Chadamas Jitlaka[1], Saovanee Fadsiri[1], Chokechai Aekatasanawan[1] and Thamrongsilpa Pothisoong[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การทดลองนี้เพื่อประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ก่อนการค้า 4 สายพันธุ์ ก่อนนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ใหม่ ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียว สายพันธุ์แท้ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Kwi#1, Kwi#7, Kwi#9 และ Kwi#10 ในปลายฤดูฝน ปี พ.ศ. 2558 และฤดูต้นฝน ปี พ.ศ. 2559 วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ สายพันธุ์ละ 4 แถว ๆ ยาว 8 ม. และวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผสมในแต่ละสายพันธุ์แบบ Half-sib ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่า สายพันธุ์แท้ Kwi#7 มีวันสลัดละอองเกสรเพศผู้ 50% สั้นที่สุด 45 วัน เร็วกว่า Kwi#10 และ Kwi#9 (48 และ 50 วัน ตามลำดับ) ($p<0.01$) สายพันธุ์แท้ Kwi#1 มีวันออกไหม 50% และวันเก็บเกี่ยวเร็วที่สุด (46 และ 89 วัน ตามลำดับ) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Kwi#10 ที่ให้ค่าเฉลี่ยช้าที่สุด 52 และ 94 วัน ตามลำดับ ($p<0.01$) เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดของทั้ง 4 สายพันธุ์ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ (74.91-82.50%) สำหรับผลผลิตฝักดี และผลผลิตเมล็ด พบว่า สายพันธุ์แท้ Kwi#10 ให้ผลผลิตสูงสุด 336.78 กก./ไร่ และ 277.79 กก./ไร่ ตามลำดับ สูงกว่า Kwi#7 ที่ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 263.73 กก./ไร่ และ 212.04 กก./ไร่ ตามลำดับ ($p<0.01$) ส่วนลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ทั้ง 4 สายพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะดี

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate seed yield and agronomic traits of four pre-commercial waxy corn inbred lines for using to produce seed of new single-cross hybrids. The inbred lines Kwi#1, Kwi#7, Kwi#9 and Kwi#10 were planted in four 8 m-rows in four replications in RCBD and combined analysis was employed. Seed multiplication in each inbred line was done by Half-sib pollination at the National Corn and Sorghum Research Center, in the 2015 late rainy season and 2016 early rainy season. Results showed that days to 50% anthesis of Kwi#7 was shorter (45 days) than those of Kwi#10 and Kwi#9 (48 and 50 days, respectively) ($p<0.01$). Days to 50% silking and days to harvest of Kwi#1 were the earliest (46 and 89 days, respectively), compared to those of the latest dates of Kwi#10 (52 and 94 days, respectively). Percentages of good dry ear weight of the four inbred lines were not significant (74.91-82.50%). Good dry ear weight and seed yield of Kwi#10 gave the highest means 2,104.88 and 1,736.19 kg/ha, respectively, significantly different from those of Kwi#7 which gave the lowest means of 1,648.31 and 1,325.25 kg/ha, respectively ($p<0.01$). Moreover, most of the agronomic traits of the four inbred lines were acceptable.

Key Words: evaluation, seed production, waxy corn, inbred line

* Corresponding author; e-mail address: jun_nu50@hotmail.com

[1]ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 30320

[1]National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Pakchong, Nakhon Ratchasima 30320

คำนำ

ปัจจุบันข้าวโพดข้าวเหนียว (*Zea mays* L. ceratina) เป็นข้าวโพดรับประทานฝักสดที่ได้รับความนิยมบริโภคเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสามารถบริโภคได้ทั้งในรูปของฝักสด และผลิตภัณฑ์แปรรูป เช่น ข้าวโพดแช่แข็งทั้งฝัก และ แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว (Hu and Xu, 2011) และนิยมปลูกในหลายประเทศในภาคพื้นเอเชีย เช่น จีน (ตอนใต้) เวียดนาม และเกาหลี เป็นต้น รวมถึงประเทศไทย จากในปี พ.ศ. 2556 มีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศประมาณ 53,178 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 57,061 ตัน แต่ในปี พ.ศ. 2557 พื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นมากกว่า 200,000 ไร่ (ธำรงศิลป และอำไพ, 2557) ขณะเดียวกันเมล็ดพันธุ์ มีปริมาณการผลิตเฉลี่ยเพียง 450-480 ตัน/ปี ผลผลิตเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 140 กก./ไร่ มีมูลค่าประมาณ 225 - 240 ล้านบาท (เกรียงศักดิ์, 2555) ทำให้มีความต้องการเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวของเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ดี โดยยังมีการใช้เมล็ดพันธุ์พื้นเมือง ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ผสมเปิดที่ให้ผลผลิตและคุณภาพค่อนข้างต่ำ ไม่มีความสม่ำเสมอของพันธุ์ (แสงแข และคณะ, 2554) และยังปลูกได้ในบางพื้นที่และบางฤดูกาลเท่านั้น ซึ่งศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติเป็นหน่ายงานภาครัฐ ที่พัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว มาตั้งแต่ปี 2531 จนถึงปัจจุบัน (ธนาคารพันธุกรรมพืช 50 ปี, 2550) มีสายพันธุ์แท้ที่มีศักยภาพในการผลิตลูกผสมที่ดี กระทั่งในปี 2546 และ ปี 2548 สุรณี และคณะ ได้พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม คือ Kwsx 107 ที่ให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 2,437 กก./ไร่ และ Kwsx 91 ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 1,696 กก./ไร่ ทั้งสองพันธุ์เป็นพันธุ์ลูกผสมที่มีรสชาติอร่อย นุ่มเหนียว ลักษณะทางการเกษตรดี มีระบบรากและลำต้นแข็งแรง และมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่า 70 % เหมาะสำหรับการแปรรูปในอุตสาหกรรมแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว แต่จำเป็นต้องเป็นพันธุ์ลูกผสมที่ดีเด่นและพันธุ์ลูกผสมที่ดีต้องได้มาจากสายพันธุ์พ่อแม่ ซึ่งเป็นสายพันธุ์แท้ (Inbred Line) ที่ดี คือมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช (กฤษฎา, 2550) ที่สำคัญต้องให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงคุ้มค้ากับการลงทุนผลิตลูกผสม

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ก่อนการค้า 4 สายพันธุ์ ก่อนนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ใหม่ เพื่อประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตที่ดีมาผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพสูง ใช้เป็นพันธุ์ส่งเสริมแก่เกษตรกร เนื่องจากปริมาณความต้องการเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมสูงขึ้นทุกปี สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในทางการค้าทั้งบริโภคฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูปที่สำคัญต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Kwi#1, Kwi#7, Kwi#9 และ Kwi#10 ในปลายฤดูฝน ปี พ.ศ. 2558 และฤดูต้นฝน ปี พ.ศ. 2559 วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกสายพันธุ์ละ 4 แถว ๆ ยาว 8 ม. ระยะปลูก 75 x 20 ซม. ในแปลงปลอดละอองเกสรจากพันธุ์อื่น ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าสูตร 46-0-0 หลังจากปลูก 1 เดือน พร้อมพูนโคน อัตรา 40 กก./ไร่ หลังจากนั้นพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยฉีดพ่นสารควบคุมวัชพืชก่อนข้าวโพดงอกด้วย อาทราซิน (Atrazine) อัตรา 640 กรัม/ไร่ ผสม สต็อม (Stomp) อัตรา 640 มล./ไร่ และพ่นสารควบคุมแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น ให้น้ำแบบฝนเทียม ตั้งแต่เริ่มปลูก ถึง 1 เดือน หลังจากนั้นให้น้ำแบบไหลตามร่อง (furrow) ทุกสัปดาห์ บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตรก่อนเก็บเกี่ยว ได้แก่ วันสลัดละอองเกสรเพศผู้ 50% และวันออกไหม 50% วันเก็บเกี่ยว (นับจากวันให้น้ำวันแรก) ความสูงต้นและ

ความสูงฝัก (โดยวัดจากฐานต้นถึงข้อใบธง และข้อฝักบนสุด สุ่มวัด 20 ต้นต่อแถวคิดค่าเฉลี่ยเป็น ซม.) คะแนนโรคทางใบ ได้แก่ โรคไวรัสใบด่างอ้อย (Sugarcane mosaic virus, SCMV) โรคราสนิม (Southern Rust, SR) โรคใบไหมแผลใหญ่ (Northern corn leaf blight, NLB) และ โรคราน้ำค้าง (Downy mildew, DM) (คะแนน 1–5, 1 =เป็นโรคมากตั้งแต่ต้นถึงใบธง, 5 =เป็นโรคน้อยเฉพาะใบล่าง) พื้นที่ใบ (ตร.ม.) คำนวณตามสูตร พื้นที่ใบ = ความกว้างของใบ (W) x ความยาวของใบ (L) x 0.75 จำนวนต้นทั้งหมด จำนวนเก็บเกี่ยว และจำนวนต้นหักล้ม

ลักษณะทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ จำนวนฝักดี จำนวนฝักเสีย (ถูกทำลายโดยโรคแมลง ฝักที่ติดเมล็ดต่ำกว่า 50%) ความยาวฝัก (วัดตั้งแต่โคนฝักถึงปลายฝักที่เมล็ดติดฝัก) ความกว้างฝัก (วัดเส้นผ่านศูนย์กลางจากกลางฝัก) จำนวนแถวของเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อแถว จำนวนเมล็ดต่อฝัก (สุ่มวัด 20 ฝักต่อแถว)

ลักษณะผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักฝักแห้งทั้งเปลือก (กก./ไร่) น้ำหนักฝักแห้งหลังปอกเปลือก (กก./ไร่) น้ำหนักฝักดี (กก./ไร่) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักดี (%) น้ำหนักฝักเสีย (กก./ไร่) ความชื้นของเมล็ด (%) เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด หาได้จากน้ำหนักเมล็ด/น้ำหนักฝัก x100 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กก./ไร่) ที่ความชื้นมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ 12 % สำหรับผลผลิตคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)} = \frac{\text{น้ำหนักฝัก x เปอร์เซ็นต์กะเทาะ x (100–ความชื้นเมล็ด)}}{\text{(ความชื้นมาตรฐาน 100-12) x พื้นที่เก็บเกี่ยว}} \times 1{,}600$$

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และการวิเคราะห์ร่วม (combined analysis) ลักษณะทางการเกษตรระหว่างข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ 4 สายพันธุ์และฤดูปลูก ทดสอบค่าเฉลี่ยใช้วิธี DMRT (Duncan's new multiple range test)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (combined analysis) การทดสอบผลผลิตเมล็ดพันธุ์และลักษณะทางการเกษตรข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ 4 สายพันธุ์ พบว่า ปัจจัยเรื่องของฤดูปลูกพบความแปรปรวนในทุกลักษณะยกเว้น คะแนนโรคทางใบ (SCMV, SR, NLB และ DM) จำนวนต้นหักล้ม ความกว้างฝัก และจำนวนแถวเมล็ด ปัจจัยพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ พบความแปรปรวนในทุกลักษณะ ยกเว้น คะแนนโรคทางใบ (SR, NLB และ DM) เปอร์เซ็นต์ความชื้น และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ส่วนปฏิกิริยาระหว่างฤดูปลูกและสายพันธุ์แท้ พบความแปรปรวนในลักษณะ วันสลัดละอองเกสร 50% วันเก็บเกี่ยว คะแนนโรคทางใบ (SCMV) ความสูงฝัก ต้นเก็บเกี่ยวทั้งหมด ต้นสมบูรณ์ ต้นหักล้ม จำนวนฝักทั้งหมด จำนวนฝักดี จำนวนฝักเสีย ความกว้างฝัก ความยาวฝัก จำนวนเมล็ดต่อแถว จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักฝักแห้งทั้งเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักฝักเสีย น้ำหนัก 1000 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (Table 1) ทั้งนี้ปัจจัยเรื่องของฤดูปลูกและพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ที่พบความแปรปรวนร่วม แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนที่บ่งบอกได้ว่าฤดูปลูกและสายพันธุ์ที่ต่างกัน ส่งผลให้การแสดงออกลักษณะทางการเกษตรข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ 4 สายพันธุ์ มีอย่างน้อย 1 คู่ ที่ให้ค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน

Table 1 Mean squares of seed yield and agronomic traits of waxy corn inbred line multiplication through half-sib in late rainy season, 2015 and early rainy season, 2016 at the National Corn and Sorghum Research Center.

Sources of Variation	df	Mean Squares														
		Day to 50%		Day to Harvest	Foliar disease				Leaf area	Height		Harvested plant			Harvested ear	
		Anthesis	Silk		SCMV(1)	SR(1)	NLB(1)	DM(1)		Plant	Ear	Total	Normal	Rotten	Normal	Rotten
Season (S)	1	34.03**	91.13**	22.78**	0.01	0.63	0.28	0.28	1,408.88	4,418.00**	1,505.63**	28980.28**	30135.13**	11.28	8,844.50**	1,568.00**
Rep. within (S)	6	0.62	0.90	0.62*	0.08	0.09	0.14	0.01	427.89	16.17	4.49	25.49	42.90	13.07	85.98	28.08
Inbred Line (I)	3	43.53**	51.75**	33.95**	41.50**	0.05	0.09	0.01	2,086.89	90.39**	568.90**	1,268.53**	2,529.50**	259.28**	1,448.21**	209.75**
S x I	3	1.87*	0.54	2.95*	0.01	0.13	0.09	0.01	1,043.75	31.60	94.95**	3,579.12**	3,596.79**	8.03**	2,700.08**	299.75**
Pooled error	18	0.56	0.34	0.23	1.47	0.19	0.13	0.05	747.07	16.13	10.16	115.85	129.81	27.71	106.54	27.28
CV (%)		1.57	1.19	0.52	46.10	29.55	7.48	4.32	8.12	3.29	5.87	11.93	15.93	28.12	18.70	56.47

Sources of Variation	df	Ear		Kernel rows	Seeds /Row	Seeds /Ear	Dry ear weight					Seed moisture	Seed Shelling	1000 seed weight (g)	seed yield
		Width	Length				Unhusked	Husked	Normal	Poor	%Normal				
Season (S)	1	0.03	36.77**	0.03	89.95**	15,523.22**	513950.98**	421,412.49**	290870.90**	15,952.55**	396.85**	102.6**	7,100.15**	40,719.45**	50,2924.26**
Rep. within (S	6	0.02	0.29	0.37	2.25	178.59	9,883.04	7408.19	6,025.41	324.68	11.26	1.04	305.50	34.37	1755.15
Inbred Line (I)	3	0.08**	5.15**	3.03**	15.71**	1,788.42**	22,943.6*	14943.77*	9,039.80*	1,465.16**	117.18**	0.62	78.40	980.87**	7197.36**
S x I	3	0.25**	1.42**	1.69	7.71**	2,940.66**	18,096.33*	13364.94	14,200.75*	1,188.86*	12.07	0.42	83.16	1,262.95**	14,564.04**
Pooled error	18	0.01	0.17	0.51	0.93	234.56	5288.49	4224.86	3554.25	265.11	11.40	1.16	192.13	35.24	1265.12
CV (%)		3.16	4.09	5.54	5.14	6.35	18.26	19.13	19.04	68.47	3.61	7.26	17.57	2.74	13.87

* and ** = significant at 0.05 and 0.01 level of probability

(1) SCMV = Sugarcane mosaic virus, SR = Southern Rust, NLB = Northern corn leaf blight, DM = Downy mildew

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตร

ลักษณะทางการเกษตรก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า วันสลัดละอองเกสรเพศผู้ 50% สายพันธุ์แท้ Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยสั้นที่สุด 45.50 วัน รองลงมาคือ Kwi#1 ให้ค่าเฉลี่ย 45.75 วัน แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ Kwi#10 และ Kwi#9 ที่ให้ค่าเฉลี่ยช้าสุด 48.50 และ 50.38 วัน ตามลำดับ ($p<0.01$) วันออกไหม 50% พบว่า Kwi#1 และ Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยเร็วสุด 46.25 และ 47.38 วัน ตามลำดับ เร็วกว่า Kwi#10 และ Kwi#9 ที่ให้ค่าเฉลี่ยช้าสุด 50.00 และ 51.88 วัน ตามลำดับ ($p<0.01$) วันเก็บเกี่ยว พบว่า Kwi#1 ให้ค่าเฉลี่ยวันเก็บเกี่ยวเร็วสุด 89.25 วัน ซึ่งเก็บเกี่ยวเร็วกว่า Kwi#7, Kwi#9 และ Kwi#10 ที่ให้ค่าเฉลี่ย 90.00, 92.50 และ 93.63 วัน ตามลำดับ ($p<0.01$) คะแนนโรคทางใบที่ทดสอบทั้ง 4 โรค (Sugarcane mosaic virus, SCMV, Southern Rust, SR, Northern corn leaf blight, NLB และ Downy mildew, DM) พบว่า คะแนนโรค SCMV Kwi#9 และ Kwi#10 มีจำนวนต้นเป็นโรคน้อยที่สุดเฉลี่ย 1.25 ต้นทั้งสองสายพันธุ์ แตกต่างกับ Kwi#1 ที่เป็นโรคมากสุด 6.00 ต้น ($p<0.01$) ส่วนคะแนนโรคทางใบอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยโรค SR ให้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.56-4.75 คะแนน โรค NLB ให้ค่าเฉลี่ย 4.67-4.95 คะแนน และโรค DM ให้ค่าเฉลี่ย 4.87-4.95 คะแนน

พื้นที่ใบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยให้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.20-3.54 ตารางเมตร ความสูงต้น พบว่า Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 125.56 ซม. สูงกว่า Kwi#1 ที่ให้ค่าเท่ากับ 117.44 ซม. ($p<0.01$) ส่วนความสูงฝัก พบว่า Kwi#7, Kwi#1 และ Kwi#9 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 58.81, 58.56 และ 58.06 ซม. ตามลำดับ สูงกว่า Kwi#10 ที่ให้ค่าเท่ากับ 41.63 ซม. ($p<0.01$) ลักษณะจำนวนต้นทั้งหมด และจำนวนต้นเก็บเกี่ยว สายพันธุ์แท้ Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 101.88 และ 90.88 ต้น ตามลำดับ สูงกว่า Kwi#10 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 74.50 และ 51.12 ต้น ตามลำดับ ($p<0.01$) สอดคล้องกับจำนวนต้นหักล้ม Kwi#7 มีจำนวนต้นหักล้มน้อยสุดเฉลี่ย 11.00 ต้น น้อยกว่า Kwi#10 ที่ให้ค่าเฉลี่ยมากสุด 23.38 ต้น ($p<0.01$) (Table 2)

ลักษณะทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ลักษณะจำนวนฝักดี Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 72.25 ฝัก สูงกว่า Kwi#10 ที่ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 40.00 ฝัก ตามลำดับ ($p<0.01$) แต่ขณะเดียวกันจำนวนฝักเสีย Kwi#1 และ Kwi#10 มีจำนวนฝักเสียน้อยสุด 3.75 ฝักทั้งสองสายพันธุ์ น้อยกว่า Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยมากสุด 16.13 ฝัก ($p<0.01$) ความกว้างฝักพบว่า Kwi#10 และ Kwi#9 ให้ค่าเฉลี่ยดีที่สุด 3.87 ซม. และ 3.78 ซม. ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติกับ Kwi#1 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.64 ($p<0.01$) ส่วนความยาวฝัก Kwi#9 ให้ค่าเฉลี่ยดีที่สุดเท่ากับ 11.24 ซม. แตกต่างทางสถิติกับ Kwi#1, Kwi#7 และ Kwi#10 ให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.49, 9.64 และ 9.89 ซม. ตามลำดับ ($p<0.01$)

จำนวนแถวของเมล็ด Kwi#10 ให้ค่าเฉลี่ยดีที่สุด 13.80 แถว สูงกว่า Kwi#1, Kwi#7 และ Kwi#9 ที่ให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.80, 12.60 และ 12.43 แถว ตามลำดับ ($p<0.01$) จำนวนเมล็ดต่อแถว Kwi#9 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 20.85 เมล็ด/แถว สูงกว่า Kwi#1, Kwi#7 และ Kwi#10 ที่ให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.90, 18.04 และ 18.30 เมล็ด/แถว ตามลำดับ ($p<0.01$) และจำนวนเมล็ดต่อฝัก Kwi#9 และ Kwi#10 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 256.95 และ 250.70 เมล็ด/ฝัก ตามลำดับ สูงกว่า Kwi#1 และ Kwi#7 ที่ให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 229.70 และ 227.03 เมล็ด/ฝัก ตามลำดับ ($p<0.01$) (Table 2, Figure 1)

ลักษณะผลผลิต พบว่า น้ำหนักฝักแห้งทั้งเปลือกและน้ำหนักฝักแห้งหลังปอกเปลือก Kwi#10 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 460.66 กก./ไร่ และ 358.63 กก./ไร่ ตามลำดับ สูงกว่า Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 330.56 กก./ไร่ และ 281.48 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ Kwi#1 และ Kwi#9 ($p<0.05$) น้ำหนักฝักดี Kwi#10

และ Kwi#1 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 336.78 และ 331.35 กก./ไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือ Kwi#9 ให้ค่าเฉลี่ย 320 .72 กก./ไร่ ส่วน Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 263.73 กก./ไร่ ($p<0.05$) น้ำหนักฝักเสีย Kwi#1 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 11.44 กก./ไร่ น้อยกว่า Kwi#10 ที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 42.77 กก./ไร่ ($p<0.05$) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักดี พบว่า Kwi#1 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 97.76 % รองลงมาคือ Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95.57 % แตกต่างทางสถิติกับ Kwi#10 ที่ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 89.04 % ($p<0.05$) ความชื้นเมล็ดพันธุ์ (%) และ เปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่พบความแตกต่างทางสถิติอยู่ระหว่าง 14.45-15.05 % และ 74.91 – 82.50 % ตามลำดับ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า Kwi#10 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 200.32 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Kwi#9, Kwi#1 และ Kwi#7 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 223.76 กรัม, 222.43 กรัม และ 220.81 กรัม ตามลำดับ ($p<0.01$) ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ พบว่า Kwi#10 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงสุด 277.79 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกับทางสถิติกับ Kwi#1 และ Kwi#9 ที่ให้ค่าเฉลี่ย 269.10 กก./ไร่ และ 267.02 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Kwi#7 ที่ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำสุด เท่ากับ 212.04 กก./ไร่ ($p<0.01$) (Table 2)

จากการวิเคราะห์ผลดังกล่าวหากคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ-แม่ เพื่อนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม ควรใช้สายพันธุ์แท้ Kwi#10 และ Kwi#9 เป็นสายพันธุ์แม่ (female parent) และใช้สายพันธุ์แท้ Kwi#7 และ Kwi#1 เป็นสายพันธุ์พ่อ (male parent) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรณี และคณะ (2546) ที่สามารถคัดเลือกพันธุ์ดีเด่นได้ 1 พันธุ์ คือ Kwi no.10 x Kwi no.7 ได้ลูกผสมข้าวโพดข้าวเหนียว พันธุ์ Kwsx 107 ซึ่งให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 2,437 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตปอกเปลือก 1,413 กิโลกรัมต่อไร่ และ ในปี 2548 สุรณี และคณะ ได้พัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ Kwsx 91 ได้จากการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แท้ Kwi#9เป็นสายพันธุ์แม่กับ Kwi#1 เป็นสายพันธุ์พ่อ เป็นพันธุ์ที่มีรสชาติอร่อย นุ่มเหนียว แต่การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวส่วนใหญ่ใช้อัตราระหว่างแถวสายพันธุ์แม่ต่อสายพันธุ์พ่อ คือ 4 ต่อ 1 และเก็บเกี่ยวผลผลิตเฉพาะแถวสายพันธุ์แม่ 4 แถวเท่านั้น หากเลือกที่จะผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าเหนียวลูกผสมเดี่ยว KWSX 91 และ KWSX 107 ควรปลูกสายพันธุ์แท้ (แม่) Kwi#10 หรือ Kwi#9 ก่อนสายพันธุ์แท้ (พ่อ) Kwi#10 หรือ Kwi#9 ประมาณ 4 วัน เพื่อให้วันผสมเกสรตรงกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการติดเมล็ดส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูง แต่ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เพราะแต่ละสายพันธุ์ตอบสนองต่อพื้นที่และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (ประเสริฐ และคณะ, 2557) ซึ่งจากการทดลองพบว่าปัจจัยเรื่องของฤดูปลูกก็มีความแปรปรวน กล่าวคือ ในต้นฝน (มีนาคม-มิถุนายน) จะให้ผลผลิตดีกว่าฤดูปลายฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) เพราะในฤดูปลายฝนจะมีปริมาณฝนตกชุก มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ง่ายต่อการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ทั้งนี้ควรทดสอบในฤดูแล้ง และทดสอบผลิตเมล็ดพันธุ์จริงต่อไป



Kwi#1 Kwi#7 Kwi#9 Kwi#10

Figure 1 Ear aspects of waxy corn inbred line multiplication through Half-sib at the National Corn and Sorghum Research Center.

Table 2 Means of seed yield and agronomic traits of waxy corn inbred line multiplication through half-sib in late rainy season, 2015 and early rainy season, 2016 at the National Corn and Sorghum Research Center.

Inbred Line[1]	Day to 50%		Day to harvest	Foliar disease				Leaf area	Height		Harvested plant			Harvested ear	
	Anthesis	Silk		SCMV[3]	SR[3]	NLB[3]	DM[3]		Plant	Ear	Total	Normal	Rotten	Normal	Rotten
	(day)			(no.)		(1-5)[2]		(cm^2)	(cm.)		(no.)			(no.)	
Kwi#1	45.75 a	46.25 a	89.25 a	6.00 b	4.62	4.67	4.88	320.24	117.44 b	58.56 a	85.75 ab	63.13 b	22.63 b	57.40 b	3.75 a
Kwi#7	45.50 a	47.38 a	90.00 b	2.00 a	4.75	4.75	4.94	326.84	125.56 a	58.81 a	101.88 a	90.88 a	11.00 a	72.25 a	16.13 b
Kwi#9	48.50 b	50.00 c	92.50 c	1.25 a	4.56	4.75	4.87	354.92	122.63 ab	58.06 a	98.75 a	80.88 a	17.88 ab	51.13 bc	8.88 a
Kwi#10	50.38 c	51.88 d	93.63 d	1.25 a	4.63	4.94	4.95	345.42	122.13 b	41.63 b	74.50 b	51.12 b	23.38 b	40.00 c	3.75 a
F-test	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**

Inbred Line[1]	Ear		Kernel rows	Seeds /Row	Seeds /Ear	Dry ear weight					Seed moisture	Seed Shelling	1000 seed weight	Seed yield
	Width	Length				Unhusked	Husked	Normal	Poor	% Normal				
	(cm)			(no)		(kg/rai)					(%)		(g)	(kg/rai)
Kwi#1	3.64 c	9.49 b	12.80 b	17.90 b	229.70 b	393.47 ab	342.79 ab	331.35 a	11.44 a	97.76 a	15.00	74.91	222.43 a	269.10 a
Kwi#7	3.69 bc	9.64 b	12.60 b	18.04 b	227.03 b	330.56 b	281.48 b	263.73 b	17.75 a	95.57 ab	15.05	78.55	220.81 a	212.04 b
Kwi#9	3.78 ab	11.24 a	12.43 b	20.85 a	256.93 a	408.48 ab	349.45 ab	320.72 ab	23.17 a	92.20 bc	14.96	82.50	223.76 a	267.02 a
Kwi#10	3.87 a	9.89 b	13.80 a	18.30 b	250.70 a	460.66 a	385.63 a	336.78 a	42.77 b	89.04 c	14.45	79.56	200.32 b	277.79 a
F-test	**	**	**	**	**	*	*	*	**	**	ns	ns	**	**

[1] Means followed by the same are not significantly differential * and ** = significant at 0.05 and 0.01 level of probability

[2] 1 = poorest, 5 = best.

[3] SCMV = Sugarcane mosaic virus, SR = Southern Rust, NLB = Northern corn leaf blight, DM = Downy mildew

สรุปผล

สายพันธุ์แท้ Kwi#7 และ Kwi#1 มีแนวโน้มให้ลักษณะทางการเกษตรก่อนเก็บเกี่ยวที่ดี เช่น วันสลัดละอองเกสรเพศผู้ 50% วันออกไหม 50% และวันเก็บเกี่ยวสั้น เฉลี่ย 45 วัน, 46 วัน และ 80-92 วัน สั้นกว่า Kwi#10 และ Kwi#9 ประมาณ 3-4 วัน การต้านทานโรคดี แต่ลักษณะทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว และผลผลิต พบว่า สายพันธุ์แท้ Kwi#10 และ Kwi#9 ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ดีกว่าเท่ากับ 277.79 กก./ไร่ และ 267.02 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่า Kwi#7 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 212.04 กก./ไร่ ส่วนลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ทั้ง 4 สายพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2550. **ปรับปรุงพันธุ์พืชพื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ สุวรรณธราดล. 2555. กฎหมายและการปรับปรุงพันธุ์พืช. *ใน* **การบรรยายการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องหลักการปรับปรุงพันธุ์พืช** วันที่ 23 สิงหาคม 2555 ณ ห้องสัมมนา ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนาคารพันธุกรรมพืช 50 ปี แห่งการวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2550. **ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ รัชตะ 1**. แหล่งที่มา: http://www.rdi.ku.ac.th/seed/ratchata1.html. (วันที่สืบค้น 15 ตุลาคม 2559)

ธำรงศิลป โพธิสูง และอำไพ เรืองฤทธิ์. 2557. การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว, น. 40-50. *ใน* **การประชุมเชิงปฏิบัติการทางวิชาการโครงการวิจัยแม่บทข้าวโพดและข้าวฟ่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 6** วันที่ 24-25 กรกฎาคม 2557 ณ โรงแรมรอยัลฮิลล์ กอล์ฟ รีสอร์ท แอนด์ สปา, นครนายก.

ประเสริฐ ถาหล้า, โชคชัย เอกทัศนาวรรณ และเสาวนีย์ ฝัดศิริ. 2557. การเปรียบเทียบผลผลิตเมล็ดพันธุ์และลักษณะทางการเกษตรของแถวสายพันธุ์แม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยวพันธุ์เกษตรศาสตร์ 3. *ใน* **การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยแม่บทข้าวโพดและข้าวฟ่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 6**. ณ โรงแรมรอยัลฮิลล์ กอล์ฟ รีสอร์ท แอนด์ สปา, นครนายก.

สุรณี ทองเหลือง, ยุพาพรรณ จุฑาทอง, ธำรงศิลป โพธิสูง และสำราญ ศรีชมพร. 2546. ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยว: พันธุ์ Kwsx 107. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41** สาขาพืช, กรุงเทพฯ.

สุรณี ทองเหลือง, ยุพาพรรณ จุฑาทอง, สำราญ ศรีชมพร และธำรงศิลป โพธิสูง. 2548. ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ Kwsx 91. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43** สาขาพืช, กรุงเทพฯ.

แสงแข น้ำวานิช ชฎามาศ จิตต์เลขา และวิบูลย์ จงรัตนเมธีกุลทอง. 2554. การประเมินเบื้องต้นของความเสียหายจากหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดและหนอนเจาะฝักข้าวโพดในข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้, น. 276-281. *ใน* **การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่** วันที่ 24-27 พฤษภาคม 2554 ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น, กรุงเทพฯ.

Hu, Q.P. and J.G. Xu. 2011. Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 59: 2026-2033.

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณวิตามินอี (โทโคไตรอินอล และ โทโคฟีรอล) และแกมมาออริซานอล ระหว่างการเก็บรักษาข้าวเปลือกและข้าวกล้องของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกที่ต่างกัน

Changes of vitamin E (tocotrienol and tocopherol) and γ-oryzanol contents during storage of rough rice and brown rice (*Oryza sativa* L.) cv. Kao Dawk Mali 105 grown from different locations

พรเทพ สีวันนา[1*] วันชัย จันทร์ประเสริฐ[1] และ ภคินี อัครเวสสะพงศ์[2]

Bhorntep Seewanna[1*], Wanchai Chanprasert[1] and Pakinee Akkaravessapong[2]

บทคัดย่อ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) และ γ-oryzanol ในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่มาจากแหล่งปลูกที่ต่างกัน คือจากศูนย์วิจัยของกรมการข้าว 6 แห่ง ได้แก่ ชุมแพ สุรินทร์ อุดรธานี หนองคาย อุบลราชธานี และสกลนคร โดยเปรียบเทียบการเก็บรักษาข้าวเปลือกและข้าวกล้องในอุณหภูมิที่ต่างกัน (อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส) วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ วิเคราะห์สารโดยใช้เครื่อง HPLC ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิและสภาพเมล็ดข้าวในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาร โดยการเก็บรักษาเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในสภาพข้าวเปลือกสามารถคงปริมาณวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) และ γ-oryzanol ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บในสภาพข้าวกล้อง นอกจากนี้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกที่ต่างกันยังมีปริมาณสารแตกต่างกันด้วย

ABSTRACT

This study determined effects of temperature (room temperature and 15°C) and grain types (rough rice and brown rice) on the changes of vitamin E including tocopherol, tocotrienol and γ-oryzanol contents during storage of rice cv. Kao Dawk Mali 105 grown from 6 research stations of Rice Department), i.e. Chuphae, Surin, Udon Thani, Nong Khai, Ubol Ratchathani and Sakol Nakhon. Split plot design with 3 replications was used in this study. HPLC was employed to analyze vitamin E (tocopherol and tocotrienol) and γ-oryzanol. The results revealed that storage temperature and grain type had the effect on these substances. Storage in the form of rough rice at 15°C could maintain vitamin E (tocopherol and tocotrienol) and γ-oryzanol which higher than those stored in the form of brown rice at room temperature. Khao Dawk Mali 105 rice grown from different locations had different contents of vitamin E (tocopherol and tocotrienol) and γ-oryzanol.

Key Words: growing location, storage temperature, vitamin E, tocopherol, tocotrienol, γ -oryzanol, Khao Dawk Mali 105, HPLC

* Corresponding author; e-mail address: Seewannapt@hotmail.co.th

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Bureau of Rice research and development, Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok 10900

คำนำ

เมล็ดข้าวเป็นแหล่งอุดมสมบูรณ์ของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจำนวนมาก เช่น สารต้านอนุมูลอิสระจำพวกวิตามินและสารประกอบ ferulate เช่น γ-oryzanol โดยเฉพาะวิตามินอี ซึ่งมีศักยภาพในการลดความเสี่ยงของการเกิดโรค (Meier *et al*., 1999) วิตามินอี ประกอบด้วย 8 อนุพันธ์ที่เป็นไอโซเมอร์ คือ tocotrienol 4 ไอโซเมอร์ (α, β, γ, δ) tocopherol 4 ไอโซเมอร์ (α, β, γ, δ) (Aguilar-Garcia *et al*., 2007; Heinemann *et al*., 2008) ปัจจัยที่มีต่อปริมาณสารเหล่านี้ ประกอบด้วย 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ พันธุกรรม สิ่งแวดล้อมและการจัดการในแปลงปลูกข้าว และการเก็บรักษา โดยเฉพาะปัจจัยการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และระยะเวลาในการเก็บรักษา มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดข้าว สภาพการเก็บรักษาไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดการสูญเสียปริมาณ tocotrienol และ tocopherol ได้จากปฏิกิริยา oxidative, hydrolysis และ denature และสารเหล่านี้ยังอาจเกิดการสูญเสียจากการขัดสีหรือการแตกหักของเมล็ดได้อีกด้วย Pascual *et al*. (2013) ศึกษาผลของการนึ่ง การเก็บรักษาและการหุงของข้าวกล้อง (*Oryza sativa* L.) ที่มีผลต่อปริมาณ tocotrienol, tocopherol และ γ-oryzanol โดยเปรียบเทียบกับข้าวกล้องที่เก็บเกี่ยวทันทีกับข้าวกล้องนึ่งสุก พบว่าข้าวกล้องนึ่งสุกจะมีปริมาณ tocotrienol, tocopherol และ γ-oryzanol น้อยกว่ากับข้าวกล้องที่เก็บเกี่ยวทันที เมื่อเปรียบเทียบข้าวทั้งสองในระหว่างการเก็บรักษา พบว่ากับข้าวกล้องที่เก็บเกี่ยวทันทีและข้าวกล้องนึ่งสุกที่เก็บไว้นาน 6 เดือน จะมีปริมาณ tocotrienol, tocopherol และ γ-oryzanol ลดลง โดยข้าวกล้องนึ่งสุกที่เก็บไว้นาน 6 เดือน จะมีปริมาณ tocotrienol, tocopherol และ γ-oryzanol น้อยกว่ากับข้าวกล้องที่เก็บเกี่ยวทันที และหากนำข้าวกล้องที่เก็บไว้นาน 6 เดือน มาหุงสุกแล้ววัดปริมาณ tocotrienol, tocopherol และ γ-oryzanol พบว่าค่าที่ได้ลดลง อย่างไรก็ตามปัจจัยด้านแหล่งปลูกที่มีผลต่อปริมาณสารเหล่านี้ยังมีการศึกษาไม่มากนัก การศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและสภาพของเมล็ดข้าวที่เก็บรักษาต่อปริมาณวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) และ γ-oryzanol ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เก็บเกี่ยวจากแหล่งปลูกที่ต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกและการเตรียมตัวอย่างข้าว

เมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (*Oryza sativa* L.) ได้จากแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์คัดของศูนย์วิจัยข้าวของกรมการข้าว ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจำนวน 6 แหล่ง ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ สุรินทร์ อุดรธานี หนองคาย อุบลราชธานี และสกลนคร ปลูกและเก็บเกี่ยวในฤดูนาปี 2556 ตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกจำนวนตัวอย่างละ 20 กิโลกรัม. ผ่านการทำความสะอาดด้วยเครื่องฝัดเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน จากนั้นลดความชื้นด้วยการตากบนลานคอนกรีตและอบด้วยเครื่องลดความชื้นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ให้ข้าวมีความชื้นประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์หรือต่ำกว่า จากนั้นนำตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกบรรจุในถุง polyethylene แบบสุญญากาศ จนกว่าจะถึงเวลาเตรียมเมล็ดเพื่อการเก็บรักษา

การจัดการการเก็บรักษาเมล็ดข้าว

ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดข้าวโดยแบ่งข้าวเปลือกจากแต่ละแหล่งปลูกเป็น 2 ลักษณะคือ เก็บรักษาในลักษณะข้าวเปลือกและข้าวกล้อง ซึ่งข้าวกล้องสามารถเตรียมได้โดยนำเมล็ดข้าวเปลือกไปผ่านกระบวนการกะเทาะเปลือก ตัวอย่างข้าวเปลือกที่มาจากแต่ละแหล่งปลูกนำมาแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ข้าวเปลือก 2 ส่วน ข้าวกล้อง 2 ส่วน แยกเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และในห้องที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ (อุณหภูมิ

การเก็บรักษา 28-35 องศาเซลเซียส) สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) และ γ -oryzanol ทุกเดือน เป็นเวลา 4 เดือน

การสกัดตัวอย่างวิเคราะห์สารวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) และ γ-oryzanol

บดตัวอย่างข้าวกล้องและข้าวเปลือกให้มีความละเอียดอยู่ในช่วง 80-100 mesh (เก็บตัวอย่างในที่อุณหภูมิต่ำและเก็บให้พ้นแสง) ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม เติมสารละลายตัวทำละลาย Isopropanol:Hexane (50 ml: 50 ml) อัตราส่วน 1:1 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยมือ ใช้ Vortex อีก 1 ชั่วโมง เขย่าสารละลายอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นไล่อากาศออกเป็นเวลา 15 นาที ทำการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 10 นาที อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นำส่วนใสที่ได้จากการสกัดไปทำระเหยตัวทำละลายออกด้วยระบบสุญญากาศ ตั้งอุณหภูมิ Cooling ที่ 15 องศาเซลเซียส หม้อต้ม 60 องศาเซลเซียส เพื่อระเหย Hexane ที่ความดัน 360 mbar จากนั้นใช้เวลาประมาณ 4 นาที ระเหย Isopropanol เป็นลำดับที่ 2 โดยใช้ 136 mbar ใช้เวลาประมาณ 5 นาที นำส่วนที่เหลือละลายด้วยเฟสเคลื่อนที่ (Acetonitrile : Methanol : Iso-Propanol / 25:70:5) 0.1% Acetic acid 1 มิลลิลิตร (ล้างออกจาก Flash ให้หมดโดยเร็วเพื่อป้องกันการระเหย) กรองผ่าน แผ่นกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร เก็บสารสกัดในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารด้วยเทคนิค HPLC ต่อไป

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนการทดลองแบบ Split plot ในแบบ CRB จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) คือ อุณหภูมิการเก็บรักษา โดยเก็บในอุณหภูมิห้องปกติ (28-35 องศาเซลเซียส) และในห้องอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ปัจจัยรอง (Subplot) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย (จัดปัจจัยแบบ 6×2 Factorial) ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ แหล่งที่มาของเมล็ด ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ (CPA) ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ (SRN) ศูนย์วิจัยข้าวอุดรธานี (UDN) ศูนย์วิจัยข้าวหนองคาย (NKI) ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี (UBN) และศูนย์วิจัยข้าว สกลนคร (SKN) ปัจจัยที่ 2 คือ ลักษณะเมล็ดที่เก็บ ได้แก่ เก็บในรูปข้าวเปลือกและเก็บในรูปข้าวกล้อง

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของอุณหภูมิและสภาพเมล็ดในการเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) และ γ-oryzanol ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแหล่งปลูกต่างกัน

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาที่มีต่อวิตามิน (tocotrienol และ tocopherol) และ γ-oryzanol ในข้าวเปลือกและข้าวกล้องของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (Table 1) พบว่า ก่อนการเก็บรักษา สภาพของเมล็ดในการเก็บรักษาคือข้าวเปลือกและข้าวกล้องมีปริมาณสารทั้ง 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับแหล่งที่มาของเมล็ดหรือแหล่งปลูก พบว่ามีปริมาณสารทั้ง 4 ยกเว้น tocopherol มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดที่ได้จากศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีมีปริมาณวิตามินอีและ tocotrienol สูงกว่าเมล็ดข้าวที่มาจากศูนย์ฯอื่นๆ และมีปริมาณ γ-oryzanol ปานกลาง เมล็ดข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวหนองคายมีปริมาณวิตามินอี tocotrienol และ tocopherol ไม่แตกต่างจากอุบลราชธานี แต่มี γ-oryzanol ต่ำกว่าเล็กน้อย เมล็ดข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์มีปริมาณสารไปในทิศทางตรงกับข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีคือมีปริมาณวิตามินอีและ tocotrienol ต่ำกว่าแต่กลับมี γ-oryzanol สูงกว่าและสูงกว่าข้าวที่มาจากจังหวัดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

Table1 Vitamin E, tocotrienol, tocopherol, and γ–oryzanol contents of rough rice and brown rice cv. KDML105 grown from different locations stored at room temperature (25-35°C) and low temperature (15°C) at 0 month of storage (before storage)

Treatment	Vitamin E (mg/kg)	Tocotrienol (mg/kg)	Tocopherol (mg/kg)	γ–Oryzanol (mg/kg)
Storage temperature (ST)				
Room	14.79 a	13.31 a	1.481 a	124.0 a
15°c	14.79 a	13.31 a	1.481 a	124.0 a
Grain type (GT)				
Rough Rice	14.79 a	13.31 a	1.481 a	124.0 a
Brown Rice	14.79 a	13.31 a	1.481 a	124.0 a
Growing location (GL)				
CPA	15.04 bc	13.40 bc	1.627 a	117.3 e
SRN	14.53 c	13.11 c	1.414 a	132.6 a
UDN	12.50 d	11.19 d	1.314 a	120.8 d
NKI	15.59 ab	14.01 ab	1.579 a	121.4 cd
UBN	16.18 a	14.63 a	1.544 a	128.2 b
SKN	14.94 bc	13.53 bc	1.406 a	123.8 c
F-test				
ST	NS	NS	NS	NS
GT	NS	NS	NS	NS
GL	**	**	NS	**
ST×GT	NS	NS	NS	NS
ST×GL	NS	NS	NS	NS
GT×GL	NS	NS	NS	NS
ST×GT×GL	NS	NS	NS	NS
CV (%)	7.83	8.07	30.08	2.41

Means within a column with the same or no letters are not significant at $p \leq 0.05$ based on the least significant difference test; * = Significant at p = 0.05; ** = Significant at p = 0.01; NS = Not significant.

ผลการทดลองในเดือนที่ 2 พบว่าอุณหภูมิและสภาพของเมล็ดในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณของสาร กล่าวคือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (15 องศาเซลเซียส) จะรักษาระดับวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) และ γ-oryzanol ได้สูงกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง การเก็บในสภาพข้าวเปลือกจะมีปริมาณสารทั้ง 4 ชนิดสูงกว่าสภาพการเก็บแบบข้าวกล้อง สำหรับแหล่งที่มาของเมล็ดก็พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยเมล็ดที่มาจากศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ สุรินทร์ และหนองคายมีปริมาณวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) สูงกว่าศูนย์ฯ อื่น ในทางกลับกัน ปริมาณ γ-oryzanol ต่ำกว่าเมล็ดข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

ในเดือนที่ 4 (Table 2) พบผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับเดือนที่ 2 กล่าวคือ การเก็บรักษาเมล็ดข้าวที่อุณหภูมิต่ำ (15 องศาเซลเซียส) สามารถคงระดับปริมาณสารต่างๆได้สูงกว่าการเก็บรักษาที่ระดับอุณหภูมิห้อง (25-35 องศาเซลเซียส) การเก็บรักษาในสภาพข้าวเปลือกสามารถคงระดับปริมาณสารทั้ง 4 ไว้ได้สูงกว่าการเก็บในสภาพข้าวกล้อง ส่วนแหล่งปลูกก็มีผลต่อปริมาณสาร โดยที่เมล็ดข้าวที่ได้จากอุบลราชธานียังคงมีปริมาณวิตามินอี และ tocotrienol สูงกว่าแหล่งปลูกอื่น ขณะที่ γ-oryzanol มีปริมาณปานกลางซึ่งต่ำกว่าเมล็ดที่มาจากสุรินทร์ จากผลการทดลองจึงกล่าวได้ว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณสารเหล่านี้ จากรายงานของ Keeratiburana and Srijesdaruk (2011) ศึกษาผลของการทำแห้งข้าวกล้องงอกขาวดอกมะลิ 105 ที่

อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C เป็นเวลา 10, 12 และ 14 ชั่วโมงต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณ GABA และ γ -tocopherol โดยพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40°C เวลา 14 ชั่วโมงทำให้ข้าวกล้องงอกมีปริมาณ GABA และ γ-tocopherol สูงสุด

Table 2 VitaminE, tocotrienol, tocopherol, and γ–oryzanol contents of rough rice and brown rice cv. KDML105 grown from different locations stored at room temperature (25-35ºC) and and low temperature (15ºC) after 4 months of storage

Treatment	Vitamin E (mg/kg)	Tocotrienol (mg/kg)	Tocopherol (mg/kg)	γ–Oryzanol (mg/kg)
Storage temperature (ST)				
Room	14.16 b*	13.18 b	0.980 a	130.8 b
15°c	16.06 a	15.09 a	0.968 a	146.0 a
Grain type (GT)				
Rough Rice	16.38 a	15.25 a	1.138 a	142.8 a
Brown Rice	13.82 b	13.01 b	0.810 b	134.1 b
Growing location (GL)				
CPA	14.47 b	13.57 c	0.899 bc	131.5 c
SRN	15.74 a	14.50 ab	1.241 a	148.8 a
UDN	14.74 b	13.98 bc	0.756 c	138.7 b
NKI	14.45 b	13.48 c	0.966 b	132.1 c
UBN	15.89 a	14.94 a	0.954 b	141.9 b
SKN	15.36 ab	14.33 abc	1.029 b	137.4 b
F-test				
ST	**	**	NS	**
GT	**	**	**	**
GL	**	*	**	**
ST×GT	**	**	NS.	**
ST×GL	*	*	NS.	**
GT×GL	*	*	**	*
ST×GT×GL	NS	NS	NS	*
CV (%)	17.91	7.59	24.44	4.54

Means within a column with the same or no letters are not significant at p≤0.05 based on the least significant difference test; * = Significant at p = 0.05; ** = Significant at p = 0.01; NS = Not significant.

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและสภาพของเมล็ดในการเก็บรักษาของปริมาณ γ-oryzanol (Figure 1) พบว่าที่อุณหภูมิห้อง (25-35°ซ) ข้าวกล้องมีปริมาณ γ-oryzanol ต่ำกว่าข้าวเปลือกมากกว่าในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 15 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าข้าวกล้องที่เก็บที่อุณหภูมิสูงจะสูญเสียปริมาณสาร γ-oryzanol เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำนั่นเอง ทั้งนี้ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 4 การเก็บรักษาข้าวในรูปข้าวเปลือกจะช่วยรักษาจะรักษาระดับปริมาณของสาร tocopherol ได้ถึง 1.577 mg/kg และ 1.138 mg/kg ตามลำดับ สำหรับวิตามินอี tocotrienol และ γ-oryzanol นั้น การเก็บในรูปข้าวเปลือกจะช่วยรักษาระดับปริมาณได้ดีกว่าการเก็บรักษาในรูปข้าวกล้องอย่างมีนัยสำคัญ สภาพของเมล็ดจึงนับว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดข้าว หากเก็บรักษาไม่เหมาะสมอาจเกิดการสูญเสียปริมาณ tocotrienol และ tocopherol ได้จากปฏิกิริยา oxidative,

hydrolysis และ denature และสารเหล่านี้ยังอาจเกิดการสูญเสียจากการขัดสีหรือการแตกหักของเมล็ดได้อีกด้วย ซึ่ง Pascual *et al*. (2013) ศึกษาผลของการนึ่ง การเก็บรักษาและการหุงของข้าวกล้อง (*Oryza sativa L*.) ที่มีผลต่อปริมาณ tocotrienol, tocopherol และ γ-oryzanol โดยเปรียบเทียบกับข้าวกล้องที่เก็บเกี่ยวทันทีกับข้าวกล้องนึ่งสุก พบว่าข้าวกล้องนึ่งสุกจะมีปริมาณ tocotrienol and tocopherol และ γ-oryzanol น้อยกว่ากับข้าวกล้องที่เก็บเกี่ยวทันที เมื่อเปรียบเทียบข้าวทั้งสองในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าข้าวกล้องที่เก็บเกี่ยวทันทีและข้าวกล้องนึ่งสุกที่เก็บไว้นาน 6 เดือน จะมีปริมาณ tocotrienol, tocopherol และ γ-oryzanol

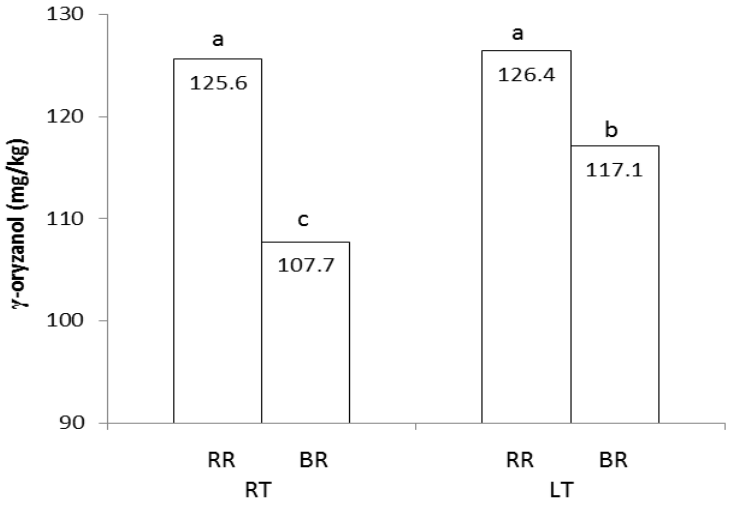


Figure 1 γ-Oryzanol contents of KDML105 rice which stored in the form of rough rice and brown rice at 2 months (RR : Rough rice, BR : Brown rice, RT : Room temperature, LT : Low temperature)

ผลของการเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณวิตามินอี และแกมมาออริซานอลในข้าวข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากศูนย์วิจัยข้าว 6 แหล่ง ระยะเวลา 4 เดือน

ปริมาณวิตามินอีและ γ-oryzanol ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน แสดงใน Figure 2 และ Figure 3 ตามลำดับ พบว่าปริมาณวิตามินอี และ γ-oryzanol มีปริมาณค่อนข้างแปรปรวนโดยเฉพาะในเดือนแรกของการเก็บรักษา ทั้งนี้ปริมาณวิตามินอีจะลดลงมากในช่วงเดือนที่ 3 (Figure 2) โดยเมล็ดข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวชุมแพมีปริมาณ 14.38 mg/kg สำหรับปริมาณ γ-oryzanol มีปริมาณค่อนข้างแปรปรวนตลอดระยะเวลาการเก็บ 4 เดือน และมีปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อย (Figure 3) ซึ่งเมล็ดข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์มีปริมาณมากที่สุด (148.8 mg/kg) ขณะที่เมล็ดข้าวจากศูนย์วิจัยข้าวชุมแพมีน้อยที่สุด (106.9 mg/kg) เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารเหล่านี้ แม้ว่าข้าวจากทั้ง 6 ศูนย์นี้ จะมีกรรมวิธีการผลิตที่เหมือนกัน (ตามหลักการผลิตเมล็ดพันธุ์หลักของกรมการข้าว) แต่การที่พบว่ามีความแตกต่างของปริมาณวิตามินอี tocotrienol, tocopherol และ γ-oryzanol อาจเป็นไปได้ว่าแต่ละแหล่งปลูกมีสภาพแวดล้อม เช่นอุณหภูมิ สภาพฟ้าอากาศ และปัจจัยด้านดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินแตกต่างกันซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารต่างๆเช่นกัน Britz *et al*. (2007) ศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวและปริมาณ tocotrienol และ tocopherol และ γ -oryzanol พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณ α–tocotrienol มีปริมาณสูงขึ้น ขณะที่ปริมาณ γ–tocotrienol ลดลง ส่วนปริมาณ tocopherol มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งในภูมิภาคอีสานใต้ ประกอบด้วย ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์และ

อุบลราชธานี จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า ศูนย์วิจัยข้าวในภูมิภาคอีสานเหนือ (ศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ อุดรธานี หนองคายและสกลนคร) จึงเป็นไปได้ว่าอุณหภูมิระหว่างการเจริญเติบโตเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เมล็ดข้าวจากแหล่งปลูกที่ต่างกันมีปริมาณวิตามินอี tocotrienol, tocopherol และ γ-oryzanol แตกต่างกันได้

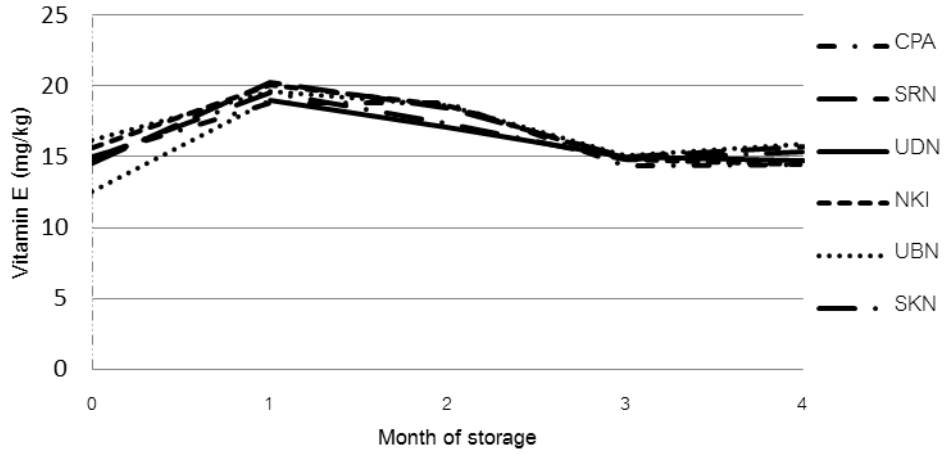


Figure 2 Vitamin E contents of KDML105 rice from different sources of grain after 0 to 4 months of Storage

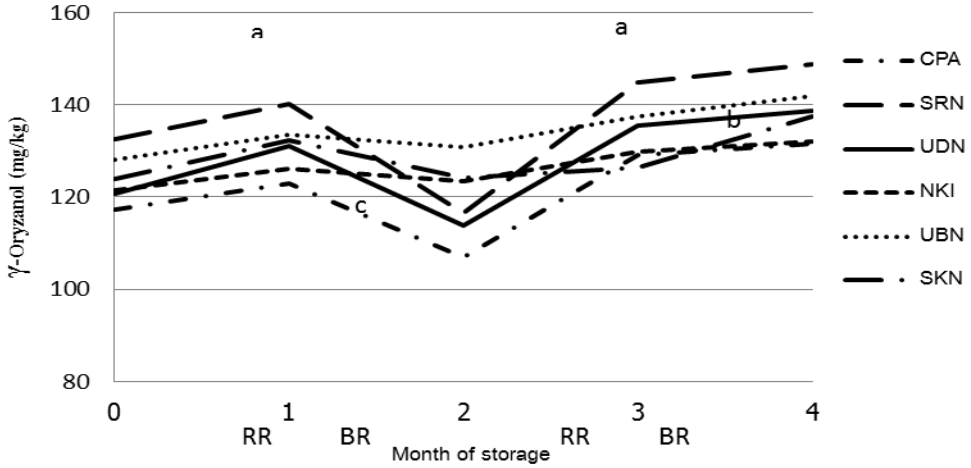


Figure 3 γ-Oryzanol contents of KDML105 rice from different sources of grain after 0 to 4 months of storage

สรุป

อุณหภูมิและสภาพเมล็ดข้าวในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) และ γ-oryzanol การเก็บรักษาเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่อุณหภูมิ 15°C ในสภาพข้าวเปลือกทำให้คงปริมาณสารสำคัญนี้ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บในสภาพข้าวกล้อง ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากแหล่งปลูกที่ต่างกันมีปริมาณวิตามินอี (tocotrienol และ tocopherol) และ γ-oryzanol แตกต่างกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการเก็บเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยรักษาปริมาณของสารเหล่านี้ได้ดี และหากต้องการลดการสูญเสียปริมาณสารเหล่านี้ให้คงอยู่ได้เป็นเวลานาน ควรเก็บในรูปของข้าวเปลือกเพื่อคงคุณค่าทางโภชนาการของข้าว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวทั้ง 6 แห่ง และศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีในการเอื้อเฟื้อตัวอย่างและสถานที่ทำการวิจัย และขอขอบคุณกองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าวที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Aguilar-Garcia, C., G. Gavino, M. Baragaño-Mosqueda, P. Hevia and V. C. Gavino. 2007. Correlation of tocopherol, tocotrienol, γ-oryzanol and total polyphenol Content in rice bran with different antioxidant capacity assays. **J. Food Chemistry**, 102: 1228–1232.

Britz, S. J., P. V. V. Prasad, R. A., Jr. Moreau, L. H. Allen, D. F. Kremer and K. J. Boote. 2007. Influence of growth temperature on the amounts of tocopherols, tocotrienols, and γ-oryzanol in brown rice. **J. Agricultural and Food Chemistry**, 55: 7559–7565.

Heinemann, R. J. B., Z. Xu, J. S. Godber and U. M. Lanfer-Marquez. 2008. Tocopherols, tocotrienols and γ-oryzanol contents in japonica and indica subspecies of rice (*Oryza sativa* L.) cultivated in Brazil. **J. Cereal Chemistry**, 85: 243–247.

Keeratiburana, T. and V. Srijesdaruk. 2011. Effect of tray drying of germinated brown KDML 105 on bioactive compounds. **The Graduate Research Conference 12th**, Khon Kaen university.

Meier, D.O., J. Schlatter and P. Frischknecht. 1999. Selected phenolic compounds in cultivated plants: Ecologic functions, health implications, and modulation by pesticided. **Environ. Health Perspect**. 107: 109-114.

Pascual, C.S.C.I., I.L. Massaretto, F. Kawassaki, R.M.C. Barros, J.A. Noldin and U.M.L. Marquez. 2013. Effect of parboiling, storage and cooking on levels of tocopherols, tocotrienols and γ -oryzanol in brown rice (*Oryza sativa L.*). **Food Res. Int. J.** 50: 676-681.

การควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืชและจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในสภาพเรือนทดลอง

Management of Fusarium Wilt with Fungicides and Biological Agent under greenhouse condition

วราภรณ์ บุญเกิด[1,*] จีรนันท์ แหยมสูงเนิน[1] และ นัฐธิภรณ์ เดชบุรัมย์[2]

Warapon Bunkoed[1*], Jeeranan Yhamsoongnern[1] and Nuttiphon Datburum[2]

บทคัดย่อ

โรคเหี่ยวเหลืองเป็นโรคที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งของมะเขือเทศ เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* เป็นปัญหาสำคัญที่พบในทั่วโลก ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตลดลง การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชและเชื้อราปฏิปักษ์ด้วยเทคนิค Dual culture พบว่า Prochloraz และ Etridiazole 6% + Quintozene 24% สามารถยับยั้งการเจริญของ *F. oxysporum* HM03 ได้ดีที่สุด คือ 95% รองลงมาคือ Fosetyl-aluminium (88.33%) และ Hymexazol (71.67%) สำหรับ *T. harzianum* CB-Pin-01 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้ 52.33% และสามารถเจริญคลุมทับโคลโลนีของเชื้อสาเหตุโรคได้ทั้งหมดที่ระยะเวลา 14 วันหลังบ่มเชื้อ เมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศในสภาพเรือนปลูกพืชทดลองพบว่า Prochloraz สามารถลดความเสียหายของโรคได้ดีที่สุด โดยลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ 81.71% และยังให้ผลผลิตได้ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมที่ไม่เป็นโรค ในขณะที่ Etridiazole 6% + Quintozene 24%, Fosetyl-aluminium และ Hymexazol สามารถลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ 69.51%, 59.76% และ 47.56% ตามลำดับ ส่วน *T. harzianum* CB-Pin-01สามารถลดการเกิดโรคได้ 63.41%

ABSTRACT

Fusarium wilt caused by the fungal pathogen, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. It is a devastating disease that is a major source of loss to farmers worldwide. Dual culture test, all tested fungicides inhibited the colony growth of *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* at varying degree. The maximum inhibition (95%) was recorded by Prochloraz and Etridiazole 6% + Quintozene 24% followed by Fosetyl-aluminium (88.33%) and Hymexazol (71.67%). Antagonistic fungus *T. harzianum* CB-Pin-01 shown 52.45% inhibition and could destroy the pathogen in 14 days after incubation. The result revealed that prochloraz was the most effective reducing fusarium wilt of tomato (81.71%) and no significant of yield when compared with healthy plant. Effectiveness of the other fungicides was observed in Etridiazole 6% + Quintozene 24%, Fosetyl-aluminium and Hymexazol by 69.51%, 59.76% and 47.56% inhibition, respectively. Whereas, *T. harzianum* CB-Pin-01 was at 63.41%.

Key Words: *Fusarium oxysporum*, antagonist, biological control, prochloraz

* Corresponding author; e-mail address: **ijswpb@ku.ac.th**.

[1] ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ตปากช่อง จ.กลางดง อ..นครราชสีมา 30320

National Corn and Sorghum Research Center, Pak Chong, NakhonRatchasima30320

[2]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ.เมือง จ. ขอนแก่น 40002

Department of Plant science and Agriculture Resources, Faculty of Agriculture, Khonkaen University, Khonkaen, 40002

คำนำ

มะเขือเทศเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศไทย แบ่งความสำคัญออกเป็น 2 ประเภทคือ มะเขือเทศส่งโรงงานอุตสาหกรรมและมะเขือเทศรับประทานผลสด ในประเทศไทยมีการปลูกอย่างแพร่หลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะพื้นที่ริมแม่น้ำโขง สำหรับพื้นที่การปลูกมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ประมาณ 23,438 ไร่ ซึ่งมีการเพาะปลูกตั้งแต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ได้แก่ บึงกาฬ สกลนคร หนองคาย นครพนม มุกดาหาร ไปจนถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างได้แก่ อุบลราชธานี สุรินทร์ บุรีรัมย์ และศรีษะเกษ ซึ่งถือว่าเป็นพื้นที่ปลูกมะเขือเทศที่สร้างงานสร้างรายได้อย่างยั่งยืนให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าวเนื่องจากมะเขือเทศเป็นพืชเมืองหนาวเกษตรกรผู้ปลูกมะเขือเทศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงนิยมปลูกมะเขือเทศในช่วงหน้าแล้งในช่วงเดือนพฤศจิกายน หลังจากหมดฤดูการทำนา ซึ่งการปลูกแต่ละปีเกษตรกรจะสามารถเก็บผลผลิตได้ 4-5 รุ่น ไปจนถึงเดือนเมษายนก็จะสิ้นสุดฤดูการปลูกมะเขือเทศ โรคที่สำคัญของมะเขือเทศ คือ โรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศ เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* เชื้อราชนิดนี้สามารถเข้าทำลายมะเขือเทศได้ทุกระยะการเจริญเติบโต และมีผลทำให้ผลผลิตลดลง

เชื้อสาเหตุของโรคเหี่ยวเหลืองเป็นเชื้อที่สามารถแพร่ระบาดได้ในดินเข้าสู่ต้นพืชโดยอาศัยบาดแผลบริเวณราก จึงควรเลือกใช้สารเคมีชนิดที่เคลื่อนที่ได้ดี อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีชนิดเดิมซ้ำ ๆ ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารเคมีในความเข้มข้นที่สูงมากขึ้น เนื่องจากเชื้อสาเหตุโรคที่พัฒนาขึ้นใหม่ปกติจะมีปริมาณที่ต่ำมากในประชากรเริ่มแรกและค่อยๆ เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากการคัดเลือกในประชากรของเชื้อที่สามารถต้านทานต่อสารเคมีได้ (ณรงค์, 2535) เช่นเดียวกับการรายงานของ Sozzi and Gressler (1980) ซึ่งพบว่าการใช้สารแคปแทน (captan) ในการควบคุม *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* ในอัตราที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ราต้านทานต่อแคปแทน 2.5 เท่า และต้องใช้ในอัตราความเข้มข้นมากกว่า 100 ppm การศึกษาครั้งนี้ จึงทำการทดลองโดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชแต่ละชนิดพร้อมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์คือ *T. harzianum* เพื่อคัดเลือกชนิดสิ่งควบคุมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศ ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรเพื่อนำไปเลือกใช้ในการจัดการโรคโดยไม่ใช้สารชนิดเดิมซ้ำ ๆ จนก่อให้เกิดการดื้อต่อสารเคมีของเชื้อสาเหตุโรค

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบการก่อโรคของเชื้อรา *Fusarium oxysporum*

เลี้ยงเชื้อ *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* จำนวนทั้งหมด 6 ไอโซเลต ได้แก่ HM1, HM2, HM3, HM4, HM5 และ HM6 ซึ่งได้จากสาขาวิชาวิทยาโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยเลี้ยงบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) เป็น เวลา 14 วัน จากนั้นจึงนำไปเตรียมเป็นสปอร์แขวนลอย ที่ความเข้มข้น $1x10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร โดยใช้ Heamacytometer นำต้นกล้ามะเขือเทศพันธุ์เพชรชมพู F1 อายุ 28 วันมาตัดรากปลายรากออกประมาณ 1 เซนติเมตร จุ่มในสปอร์แขวนลอยของเชื้อ *Fusarium* sp. แต่ละไอโซเลท แล้วนำไปปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว กระถางละ 3 ต้น จำนวน 3 กระถางต่อไอโซเลท กรรมวิธีควบคุมใช้น้ำนึ่งฆ่าเชื้อแทนสปอร์แขวนลอย สังเกตอาการเหี่ยวที่มีลักษณะเหลืองจากไปล่างและใบยอดมีอาการลู่ลง หลังจากนั้นนำต้นมะเขือเทศที่แสดงอาการเหี่ยวเหลืองมาแยกเชื้อสาเหตุอีกครั้งและนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* ของเชื้อราปฏิปักษ์โดยวิธี Dual Culture

การทดสอบประสิทธิภาพของ *Trichoderma harzianum* CB-Pin-01 จากห้องปฏิบัติการการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ต่อการยับยั้งการเจริญของ *F. oxysporum* ไอโซเลทที่ก่อโรค โดยเลี้ยง *F. oxysporum* และ/หรือ *T. harzianum* บนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นใช้ Cork Borer (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร) ตัดบริเวณปลายเส้นใยของเชื้อสาเหตุโรคและเชื้อราปฏิปักษ์ นำชิ้นวุ้นดังกล่าวมาวางในทิศตรงกันข้ามกันบนอาหาร PDA โดยมีระยะห่าง 4 เซนติเมตร กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ กรรมวิธีควบคุม ใช้ชิ้นวุ้นที่ไม่มีเชื้อปฏิปักษ์บ่มเชื้อไว้ที่สภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน วัดรัศมีเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรค

ทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชแต่ละชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของ *F. oxysporum* ในห้องปฏิบัติการโดยวิธี poisoned food technique โดยผสมสารป้องกันกำจัดโรคพืชแต่ละชนิด (Hymexazol, Etridiazole 6%+Quintozene24%, Etridazole, Prochloraz, Captan 80% W/V และ Fosetyl-aluminium) ในอาหาร PDA ในอัตรา 2 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 ลิตร (40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร) เทอาหารในจานอาหาร Petri dish ใช้ Cork Borer ตัดบริเวณปลายเส้นใยของ *F. oxysporum* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA มาแล้วเป็นเวลา 7 วัน นำชิ้นวุ้นที่มี *F. oxysporum* มาวางบนอาหาร PDA ที่ผสมสารป้องกันกำจัดโรคพืชแต่ละชนิด โดยวางตรงกลางของจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จำนวน 10 จาน ต่อสารป้องกันกำจัดโรคพืชแต่ละชนิด ประเมินผลโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีทุกวัน วิเคราะห์ข้อมูลโดย นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเชื้อราสาเหตุโรค เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่วางเฉพาะเชื้อราสาเหตุโรค (ดัดแปลงจากวาริน และคณะ, 2550) คำนวณโดยใช้สูตร เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรค = [(R1 - R2)/R1 x 100] เมื่อ R1 คือ ค่าเฉลี่ยรัศมีของเชื้อราสาเหตุโรคในจานควบคุม และ R2 คือ ค่าเฉลี่ยรัศมีของเชื้อราสาเหตุโรคในจานทดสอบ

ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อปฏิปักษ์และสารป้องกันกำจัดโรคพืชในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลือง

นำต้นกล้ามะเขือเทศที่มีอายุ 28 วันมาตัดรากออกประมาณ 1 เซนติเมตร จุ่มในสปอร์แขวนลอย (spore suspension) ของ *F. oxysporum* ไอโซเลทที่ก่อโรค ที่ความเข้มข้น $1x10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร แล้วนำไปปลูกในกระถางพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 5 ต้นต่อกระถาง หลังปลูกราดด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืชแต่ละชนิดซึ่งคัดเลือกจากชนิดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของ *F. oxysporum* จากการทดลองข้างต้น (Hymexazol 36% W/V, Etridiazole 6%+Quintozene24%, Prochloraz และ Fosetyl-aluminium) ในอัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร กระถางละ 25 มิลลิลิตร ทำการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 4 กระถาง ทำการทดลองซ้ำจำนวน 2 ครั้ง สังเกตและบันทึกผลต้นที่แสดงอาการเหี่ยวทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ หรือจนกว่าต้นมะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยวทุกต้นในกรรมวิธีควบคุม (ดัดแปลงจาก พรไพลิน, 2553) ให้คะแนนการเกิดโรคหลังปลูกเชื้อที่ 21 และ 28 วัน โดยให้ระดับความรุนแรงของโรคเหี่ยวมะเขือเทศ ดังนี้ ระดับ 0 = ไม่เกิดโรค, ระดับ 1 = ใบแสดงอาการ < 25 %, ระดับ 2 = ใบแสดงอาการ 26-50 %, ระดับ 3 = ใบแสดงอาการ 51-75 % และระดับ 4 = ใบแสดงอาการ 76-100 % (Akköprü and Demir, 2005) เก็บผลผลิตมะเขือเทศมาชั่งน้ำหนักรวมเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบการก่อโรคของเชื้อรา *Fusarium oxysporum*

จากการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อ *F. oxysporum* ทั้ง 6 ไอโซเลท พบว่าเชื้อ *F. oxysporum* ไอโซเลต HM3 สามารถก่อโรคในต้นมะเขือเทศได้โดยพืชเริ่มแสดงอาการเหี่ยวหลังจากปลูกเชื้อ 10 วัน โดยมีดัชนีการเกิดโรคคิดเป็นร้อยละ 75 มีดัชนีความรุนแรงของโรคคิดเป็นร้อยละ 15 หลังปลูกเชื้อ 3 สัปดาห์ อาการของโรคแสดงรุนแรงมากขึ้นจนทำให้ต้นมะเขือเทศเหี่ยวตาย ดัชนีการเกิดโรคคิดเป็นร้อยละ 100 และมีดัชนีความรุนแรงของโรคร้อยละ 75 หลังปลูกเชื้อ 5 สัปดาห์ ในขณะที่ไอโซเลตอื่นๆไม่ทำให้ต้นมะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว (Figure 1) ซึ่งได้นำ *F. oxysporum* HM3 ไปใช้ในการทดลองในขั้นตอนต่อไป

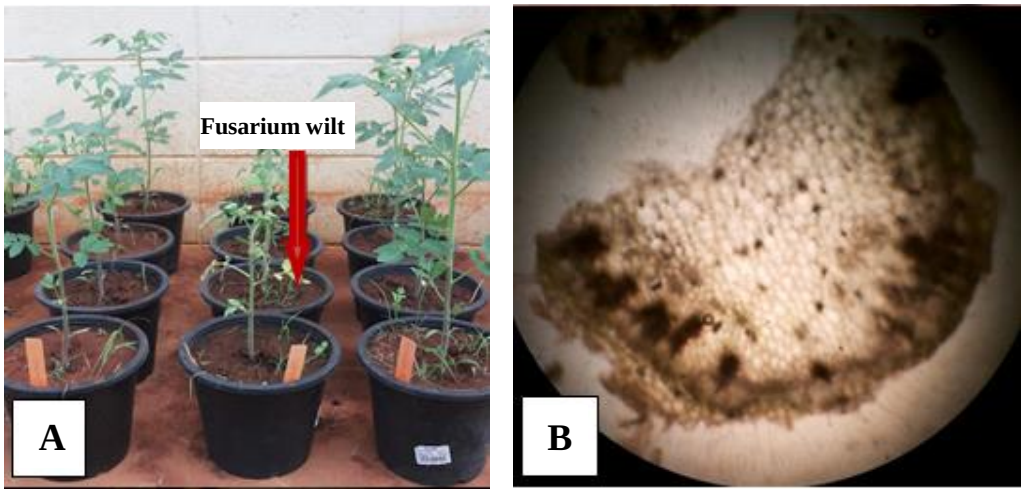


Figure 1 Symptom of fusarium wilt on tomato plants after inoculation (A) and discoloration of vascular tissue under stereo microscope (B).

ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของ *F. oxysporum* โดยวิธี Dual Culture

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *T. harzianum* CB-Pin-01ต่อการยับยั้งการเจริญของ *F. oxysporum* HM3 พบว่าที่ระยะเวลา 10 วัน *T. harzianum* CB-Pin-01 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้ 49% และเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ที่ 14 วัน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้เพิ่มขึ้นเป็น 52.33% เนื่องจากระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นเชื้อรา *T. harzianum* เจริญได้เพิ่ม ในขณะเดียวกันที่ระยะเวลา 14 วัน *T. harzianum* ก็สามารถเจริญคลุมทับโคโลนีของ *F. oxysporum* ได้เต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งนอกจากยับยั้งการเจริญได้แล้ว ยังทำให้ *F. oxysporum* สูญเสียความมีชีวิต

สารป้องกันกำจัดโรคพืชทั้ง 6 ชนิดที่นำมาทดสอบสามารถยับยั้งการเจริญของ *F. oxysporum* ได้ โดย Prochloraz และ Fosetyl-aluminium สามารถยับยั้งการเจริญของ *F. oxysporum* ได้ดีที่สุดคือ 100% ที่ระยะเวลาการบ่มเชื้อ 10 วัน และที่ระยะการบ่มเชื้อ 14 วัน มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 95% รองลงมาคือ Hymaxazol, Etridiazole + Quintizene และ Etridiazole ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 88.33%, 71.67% และ 53.33% ตามลำดับ สำหรับ Captan มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งต่ำสุดคือ 29.33% (Table1) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการ

ยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคระหว่างสารป้องกันกำจัดโรคพืช และเชื้อราปฏิปักษ์ *T. harzianum* พบว่าในช่วงแรกสารป้องกันกำจัดโรคพืชจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคได้ในระดับสูง (Figure 2) และประสิทธิภาพในการยับยั้งจะลดลงเมื่อระยะเวลาในการบ่มไว้นานขึ้น ในขณะที่ประสิทธิภาพการยับยั้งของ *T. harzianum* จะต่ำในช่วงแรกและจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการบ่มนานขึ้นจนในที่สุดก็สามารถเจริญคลุมทับโคโลนีของเชื้อสาเหตุโรคได้ โดยเมื่อเขี่ยเส้นใยของเชื้อสาเหตุโรคมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า *T. harzianum* สามารถพันรัดเส้นใยของเชื้อสาเหตุโรค ทำให้เชื้อสาเหตุโรคไม่สามารถเจริญต่อได้

Table 1 Growth inhibition of *F. oxysporum* HM3 by fungicides and biological control agent.

Treatments	Growth inhibition (%)	
	10 Days after incubation	14 Days after incubation
Hymaxazol	97.67 b [1/]	88.33 b
Etridiazole +Quintizene	79.00 c	71.67 c
Etridiazole	59.33 d	53.33 d
Prochloraz	100.00 a	95.00 a
Captan 80% W/V	36.67 f	29.33 e
Fosetyl-aluminium	100.00 a	95.00 a
T. harzianum CB-Pin-01	49.00 e	52.33 d
CV%	1.11	1.63

[1/], Means followed by the same letter(s) in each column were not significantly different according to Duncan‘ s Multiple Range Test (P=0.05).

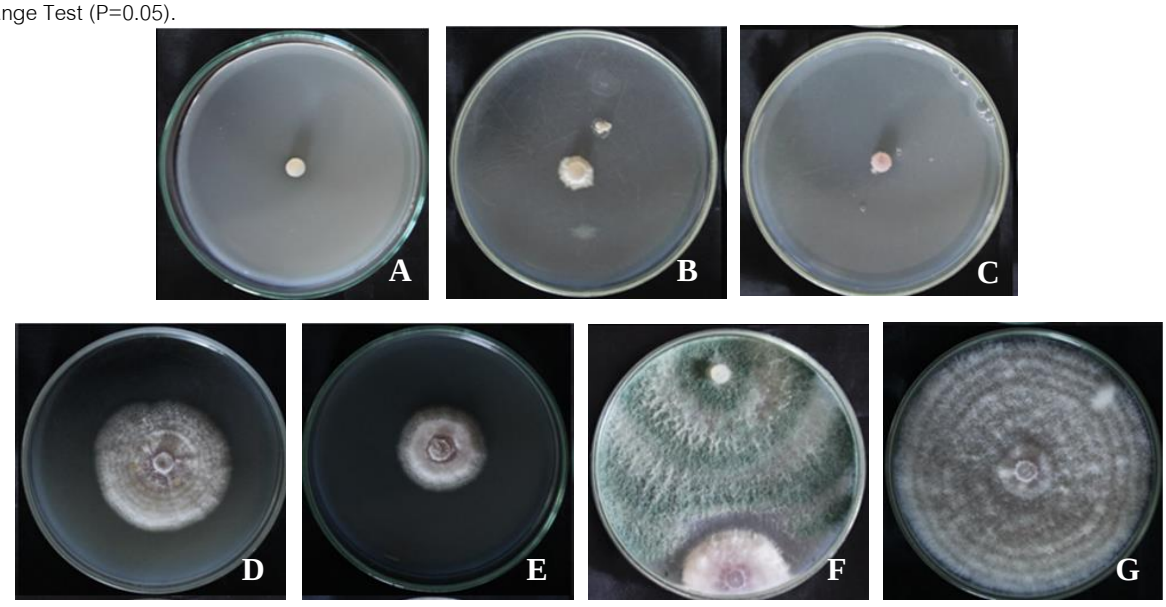


Figure 2 Efficiency of fungicides and *T. harzianum* CB-Pin-01to suppress mycelium growth of *F. oxysporum* by Dual culture test; Prochloraz (A), Hymaxazol (B), Fosetyl-aluminium (C), Etridiazole (D), Etridiazole +Quintizene (E), *T. harzianum* CB-Pin-01 (F) and non-treated control (G).

ทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศ

สารป้องกันกำจัดโรคพืชที่นำมาทดสอบในขั้นตอนนี้เป็นชนิดที่ทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของ *F. oxysporum* จากขั้นตอนข้างต้น ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวของต้นมะเขือเทศพบว่า Prochloraz มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ดีที่สุด คือสามารถลดความรุนแรงของโรคได้ 81.71% และให้ผลผลิตรวมต่อต้นเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 0.89 กิโลกรัม รองลงมาคือ Etridiazole 6%+Quintozene24% ลดความรุนแรงของโรคได้ 69.51%และให้ผลผลิตรวมต่อต้นเฉลี่ยคือ 0.72 กิโลกรัม ส่วน Fosetyl-aluminium, Hymexazol และ *T. harzianum* CB-Pin-01 ลดความรุนแรงของโรคได้ไม่แตกต่างกัน คือ 59.76%, 47.56% และ 63.41% ตามลำดับ และให้ผลผลิตน้ำหนักมะเขือเทศเฉลี่ยต้นละ 0.65, 0.45 และ 0.44 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้อสาเหตุโรค ต้นมะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว 82% ซึ่งต้นมะเขือเทศไม่สามารถให้ผลผลิตได้ สำหรับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อสาเหตุโรคต้นมะเขือเทศไม่แสดงอาการเหี่ยวและให้ผลผลิตเฉลี่ยต้นละ 0.9 กิโลกรัม (Table 2) การทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับการรายงานของ Jahanshir and Dzhalilov (2010) ซึ่งรายงานว่า Prochloraz และ bromuconazole เป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* ทั้งในสภาพ in vitro และ in vivo สำหรับการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศโดยชีววิธีมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ และการใช้สารสกัดจากพืช เช่น การใช้สารสกัดจากพืชวงศ์ Acanthaceae ซึ่งพบว่าสารสกัดจากใบช้องนาง รางจืด และสร้อยอินทล ให้ผลการยับยั้งเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* ได้ดีทั้งบนอาหาร PDA และบนต้นพืช (ขจรพรรณ, 2555) สำหรับการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ Larkin and Fravel (1998) รายงานว่า *Trichoderma* spp., *Gliocladium virens*, *Pseudomonas fluorescens* และ *Burkholderia cepacia* มีประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศโดยสามารถลดความรุนแรงของโรคได้ 30-65% นอกจากนี้ Alwathnani และ Perveen (2012) รายงานว่า *T. harzianum* สามารถลดความรุนแรงของโรคเหี่ยวมะเขือเทศได้ 44.4%

Table 2 Efficacy of fungicide and biocontrol on reduction of reduce Fusarium wilt of tomato under greenhouse condition.

Treatments	Disease severity[1/] (%)	Reduction of disease (%)	Yields of tomato (Kg/plant)
Prochloraz	15 e[2/]	81.71 a	0.89 a
Fosetyl-aluminium	33 c	59.76 c	0.65 b
Hymexazol 36% W/V	43 b	47.56 d	0.45 c
Etridiazole 6%+Quintozene24%	25 d	69.51 b	0.72 b
T.harzianum CB-Pin-01	30 cd	63.41 c	0.44 c
Control (Disease)	82 a	0.00 e	0.00 d
Control (Healthy)	0.0 f	-	0.91 a
CV%	9.07	7.42	7.38

[1/] $\%\ \text{disease severity} = \frac{\text{Sum of disease index of each level}}{\text{Number of random plants}} \times \frac{100}{\text{Highest level of disease index}}$

2/ Means followed by the same letter(s) in each column were not significantly different according to Duncan' s Multiple Range Test (P=0.05).

อย่างไรก็ตามเนื่องจากเชื้อสามารถอยู่ข้ามฤดูในดินได้นานกว่า 30 ปี (Thangavelu *et al.*, 2003) ทั้งยังมีพืชอาศัยกว้างและมีความหลากหลายของสายพันธุ์ ดังนั้นการจัดการกับโรคนี้จึงจำเป็นต้องป้องกันตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมดิน ทั้งการไถเพื่อตากดิน และการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ซึ่งจะสามารถเข้าไปทำลายเชื้อสาเหตุโรคในดินให้มีปริมาณ inoculum ของเชื้อลดลง และหลังจากปลูกต้นกล้ามะเขือเทศลงไปในแปลงแล้วอาจจำเป็นต้องราดด้วยสารเคมีอย่าง Prochloraz เพื่อช่วยในการป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคในอีกแนวทางหนึ่ง

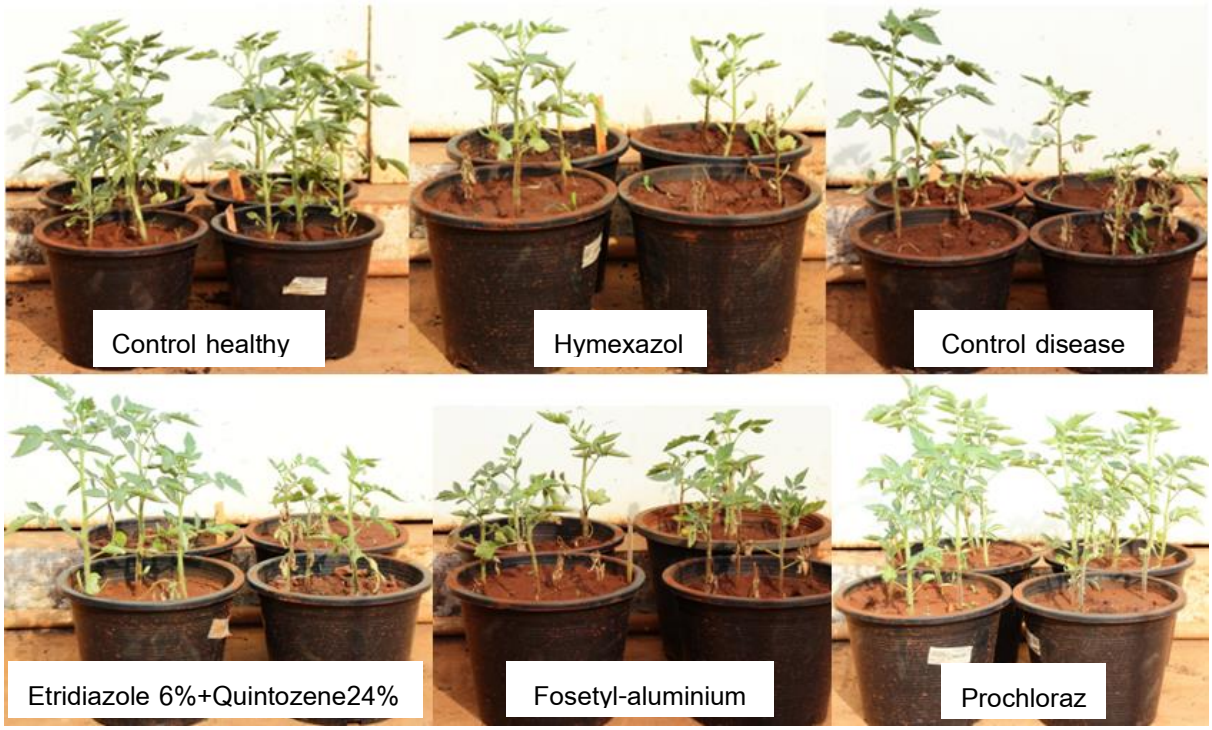


Figure 3 Effectiveness in controlling Fusarium wilt disease of tomato in greenhouse condition.

สรุป

จากการทดลองพบว่า Prochloraz สามารยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* ได้ดีที่สุดทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในต้นพืช อย่างไรก็ตามสารป้องกันกำจัดโรคพืชมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคได้ดีที่สุดในระยะเวลา 10 วัน ซึ่งหลังจากนั้นประสิทธิภาพในการยับยั้งจะค่อยๆ ลดลง ในขณะที่เชื้อรา *T. harzianum* CB-Pin-01 แม้จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ไม่สูงมากในระยะแรกแต่สามารถยับยั้งการเจริญและรวมทั้งสามารถเจริญคลุมทับโคโลนีของเชื้อสาเหตุโรคได้หลังจากบ่มเชื้อไว้นานขึ้น ดังนั้นแนวทางในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศจึงควรใช้ทั้งจุลินทรีย์ปฏิปักษ์และสารป้องกันกำจัดโรคพืช รวมทั้งการจัดการแปลงที่เหมาะสมร่วมกันจึงจะทำให้ประสิทธิภาพในการจัดการโรคได้ดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร. อนันต์ วงเจริญ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อราสาเหตุโรคมาใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ขจรพรรณ รักผล. 2555. **ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากพืชวงศ์ Acanthaceae ต่อการยับยั้งการเจริญของราก่อโรคเหี่ยวฟิวซาเรี่ยมในมะเขือเทศ**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณรงค์ สิงห์บุระอุดม. 2535. **ความสัมพันทางพันธุศาสตร์ ระหว่างพืชกับเชื้อโรค**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาริน อินทนา, มนตรี อิสรไกรศีล, ศุภลักษณ์ เศรษฐสกุลช์, ประคอง เย็นจิตต์ และทักษิณ สุวรรณโน. 2550. ประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา ฮาซิเอนั่ม สายพันธุ์กลายในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการลดปริมาณเชื้อราไฟทอพทอร่า พาล์มมิโวร่าในสวนทุเรียน. **วิทยาสารกำแพงแสน**. 5(3):1-9.

Akköprü, A., and S. Demir. 2005. Biological control of Fusarium wilt in tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi* by AMF *Glomus intraradices* and some Rhizobacteria. **Phytopathology**. 153: 544-550.

Alwathnani H.A. and K. Perveen. 2012. Biological control of *fusarium* wilt of tomato by antagonist fungi and cyanobacteria. **African Journal of Biotechnology**. 11(5):1100-1105.

Jahanshir A. and S.F. Dzhalilov. 2010. The effects of fungicides *on Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* associated with fusarium wilt of tomato. **Plant protection research**. 50(2):172-178.

Larkin, R. P. and D. R. Fravel, 1998. Efficacy of various fungal and bacterial biocontrol organisms for control of Fusarium wilt of tomato. **Plant Disease**. 82:1022-1028.

Sozzi, D.and C. Gessler. 1980. Fungicide Resistant mutants of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* and *Botrytris cinerea*: Pathogenicity and Fitness. **Phytopathology**. 97(1):19-24.

Thangavelu, R., A. Palaniswani and R. Velazhahan. 2003. Mass production of *Trichoderma harzianum* for managing *Fusarium* wilt of banana. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 103: 259-263.

การประเมินผลผลิตเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่เตตระพลอยด์ (4x) ในประเทศไทย

Evaluation of Seed Yield of Tetraploid Ruzi Grass (4x) in Thailand

ภคนันท์ เจียมแท้[1], จิตราพร แก้วสำโรง[1], ทรงยศ โชติชุติมา[1*] และสายัณห์ ทัดศรี[1]

Pakanan Jiamtae[1], Jitraporn Keawsumrong[1], Songyos Chotchutima[1*] and Sayan Tudsri[1]

บทคัดย่อ

หญ้ารูซี่เตตระพลอยด์ (4x) ปรับปรุงพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยมิยาซากิ ประเทศญี่ปุ่น และนำมาศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์หญ้าในประเทศไทย ดำเนินการวิจัยที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2557 - กุมภาพันธุ์ 2558 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ทรีตเมนต์ประกอบด้วยหญ้ารูซี่เตตระพลอยด์ จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ OKI 3, OKI 4, OKI 5, OKI 6, OKI 7, OKI 8, OKI 9 และ OKI 10 ผลการทดลองพบว่าหญ้ารูซี่ทั้ง 8 สายพันธุ์ เริ่มออกดอกในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน 2557 จำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อดอก จำนวนเมล็ดต่อช่อดอกย่อย และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดหญ้าทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ OKI 6 และ OKI 7 ให้จำนวนเมล็ดต่อกอมากที่สุด และยังให้ผลผลิตเมล็ดสูงที่สุดเท่ากับ125 และ 123 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่ OKI 5 ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มากที่สุดเท่ากับ 8.8 กรัม

ABSTRACT

Tetraploid ruzi grass (4x) was developed by University of Miyazaki, Japan and evaluated for seed production in Thailand at the National Corn and Sorghum Research Center, Pakchong, Nakhon Ratchasima during July 2014 -February 2015. The experiment treatments were arranged in RCBD with four replications. The treatments included 8 strains, i.e., OKI 2, OKI 3, OKI 4, OKI 5, OKI 6, OKI 7, OKI 8, OKI 9 and OKI 10. The results showed that all of 8 tetraploid ruzi grasses initiated flowering stage on early November 2014. There was no significant differences in number of racemes/inflorescence, spikelets/raceme and seed moisture (%) among the eight. OKI 6 and OKI 7 showed the high number of seed/clump and also gave high seed yield for 125 and 123 kg/rai, respectively. However OKI 5 showed the highest thousand seed weight for 8.8 g.

Keyword: tetraploid ruzi grass (4x), seed fertility, thousand seed weight, seed yield

* Corresponding author; e-mail address: fagrsyc@ku.ac.th

[1] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

คำนำ

การเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในปัจจุบันได้รับการส่งเสริมอย่างจริงจังจากภาครัฐ โดยจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของโคนมในช่วงปี 2553-2557 โดยพบว่ามี การเพิ่มขึ้นของโคนมจำนวนร้อยละ 3.5 ต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ดังนั้น ความต้องการพืชอาหารสัตว์จึงเพิ่มมากขึ้นไปด้วย อย่างไรก็ตาม พบว่าในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์เพียง 2 ล้านไร่ หรือ 34.84% ของความต้องการพืชอาหารสัตว์ทั้งหมด (กังวานและวรพงษ์, 2555) การปรับปรุงพันธุ์หญ้าอาหารสัตว์ให้มีผลผลิตอาหารหยาบและคุณค่าทางโภชนะสูง ตลอดจนมีการติดเมล็ดดี ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตอาหารหยาบที่มีคุณภาพดีอย่างเพียงพอกับสถานการณ์ความต้องการพืชอาหารสัตว์ในปัจจุบัน ในปี 2556 มหาวิทยาลัยมิยาซากิ ประเทศญี่ปุ่นได้มีการปรับปรุงพันธุ์หญ้ารูซี่ เนื่องจากหญ้ารูซี่เป็นหญ้าที่มีการปรับตัวได้ดีและมีคุณค่าทางโภชนะสูงและติดเมล็ดดีมาก นอกจากนี้หญ้ารูซี่ยังให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งดี (ชาญชัย, 2532) โดยวิธีการเพิ่มชุดโครโมโซมจากหญ้ารูซี่ดิพลอยด์ (2x) เป็นเตระพลอยด์ (4x) ซึ่งการเพิ่มชุดโครโมโซม ส่งผลให้ใบหญ้ามีขนาดใหญ่กว่าหญ้ารูซี่ทั่วไปซึ่งเป็นดิพลอยด์ ช่วยเพิ่มสัดส่วนใบต่อต้นให้มากขึ้น เนื่องจากใบเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางโภชนศาสตร์สูง ซึ่งมีรายงานว่ามีค่าการย่อยได้เท่ากับ 61.4 เปอร์เซ็นต์ (Ishigaki *et al*., 2009) แม้ว่าหญ้ารูซี่เตระพลอยด์ที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาจะสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ แต่พบว่าหญ้ามีการติดเมล็ดน้อยมากหรือไม่ติดเลย เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการออกดอก ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการขยายพันธุ์ในประเทศญี่ปุ่น จึงทำให้มีความร่วมมือด้านงานวิจัยเกิดขึ้นระหว่างมหาวิทยาลัยมิยาซากิและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อทดสอบการเจริญเติบโตและการผลิตเมล็ดหญ้ารูซี่เตระพลอยด์ ซึ่งจะช่วยให้ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์และสอดคล้องกลับนโยบายผลักดันให้ไทยเป็นแหล่งศูนย์กลางการผลิตเมล็ดพันธุ์ของเอเชีย เนื่องจากประเทศไทยมีข้อได้เปรียบด้านสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการออกดอกและติดเมล็ดของหญ้ารูซี่ ทั้งความยาววัน อุณหภูมิ และสภาพอากาศที่แห้งในช่วงฤดูหนาวที่หญ้าติดเมล็ด ช่วยทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง

ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบศักยภาพการเจริญเติบโต การออกดอก และการผลิตเมล็ดพันธุ์ของสายพันธุ์หญ้ารูซี่เตตระพลอยด์ (4x) ภายใต้สภาพแวดล้อมในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ทรีตเมนต์ประกอบด้วยหญ้ารูซี่เตตระพลอยด์ (4x) จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ OKI 3, OKI 4, OKI 5, OKI 6, OKI 7, OKI 8, OKI 9 และ OKI 10 ดำเนินทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้างฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยปลูกบนชุดดินปากช่องซึ่งมีลักษณะเป็นดินเหนียวร่วนปนทราย เตรียมพื้นที่โดยการไถดะ1ครั้ง และไถพรวนอีก 2 ครั้ง ภายหลังการเตรียมดินอย่างดีแล้ว ปลูกท่อนพันธุ์หญ้ารูซี่ทั้ง 8 สายพันธุ์ ในวันที่ 6 กรกฎาคม 2557 โดยใช้ระยะปลูก 1.5x1.5 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากปลูกใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อพืชมีอายุ 1 เดือน หลังปลูกให้น้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้งเป็นเวลา 2 เดือน

การเก็บข้อมูลประกอบด้วย

1. ระยะการออกดอกและเมล็ดหลุดร่วง

1.1 ระยะการออกดอก แบ่งเป็น 3 ระยะ 1) ช่วงเริ่มต้นออกดอก คือ วันที่มีการออกดอกแรก 2) ช่วงกลางของการออกดอก คือ วันที่มีการออกดอกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ 3) ช่วงสุดท้ายของการออกดอก คือ วันที่มีการออกดอกประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์

1.2 ระยะเมล็ดหลุดร่วง เริ่มคลุมช่อดอกแรกเมื่อดอกเริ่มบาน และเก็บเมล็ดหญ้าทุก 2 วัน จนกว่าดอกสุดท้ายจะเหี่ยว โดยเก็บข้อมูลสายพันธุ์ละ 3 ช่อดอกแบ่งเป็น 3 ระยะ 1) ช่วงเริ่มต้นเมล็ดร่วง คือ วันที่มีการร่วงของเมล็ดช่อดอกแรก 2) ช่วงกลางของเมล็ดร่วง คือ วันที่มีการร่วงของเมล็ดประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ 3) ช่วงสุดท้ายของเมล็ดร่วง คือ วันที่มีการร่วงของเมล็ดประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์

2. จำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อดอก

3. จำนวนช่อดอกย่อยต่อก้านช่อดอก

4.จำนวนช่อดอกต่อกอ

5. เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด

5.1 การหาเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ปรับขนาดช่องลม และเวลาที่ใช้ในการเป่าของเครื่องเป่าคัดแยกเมล็ดให้มีความเหมาะสมสำหรับเมล็ดพันธุ์หญ้ารูซี่ โดยปรับขนาดของช่องลมให้อยู่ที่ 0.5 มิลลิเมตร เป็นระยะเวลา 1 นาที

5.2 นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการอบลดความชื้นแล้ว ใส่ลงในเข้าเครื่องเป่าคัดแยกเมล็ดและคัดแยกเมล็ดพันธุ์ที่ลีบและไม่ลีบนำไปชั่ง น้ำหนักเพื่อหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ 5.3 นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการอบลดความชื้นแล้ว เข้าเครื่องเป่าคัดแยกเมล็ดและคัดแยกเมล็ดพันธุ์ที่ลีบและไม่ลีบนำไปชั่ง น้ำหนักเพื่อหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์

6. ปริมาณน้ำหนัก 1,000 เมล็ด สุ่มคัดแยกเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด ทั้ง 8 สายพันธุ์ นำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

7. ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ จำนวนเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่คัดได้ต่อพื้นที่ปลูก

8. เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด ชั่งน้ำหนักของเมล็ดหญ้า และนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชม. จากนั้นจึงนำเมล็ดที่ผ่านการอบไปชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด 9. เปอร์เซ็นต์ความงอก นำเมล็ดพันธุ์หญ้าที่ผ่านการลดความชื้นแล้วมาเพาะบนกระดาษเพาะ (top of paper) ทำลายการพักตัวของเมล็ดโดยการแช่กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 นาที หลังจากนั้นนำไปเพาะที่อุณหภูมิแบบสลับ คือ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ตรวจนับต้นอ่อนปกติครั้งแรก (first count) ที่ 7 วันและตรวจนับครั้งสุดท้าย (final count) ที่ 21 วัน เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอก.....

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณน้ำฝน

ในปี 2557 เริ่มมีฝนตกในเดือนมีนาคม และมีปริมาณฝนตกเพิ่มมากขึ้นต่อเนื่องไปจนถึงเดือนพฤษภาคม มากเท่ากับ 139 มิลลิเมตร รวมปริมาณฝนตกตลอด 6 เดือนแรกหลังการตัดเท่ากับ 310 มิลลิเมตร เดือนกรกฎาคมเป็นช่วงเริ่มปลูกสร้างแปลงทดลอง มีปริมาณฝนตก 54 มิลลิเมตร และมีฝนตกมากในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 205 มิลลิเมตร และปริมาณฝนเริ่มลดลงไปจนถึงเดือนธันวาคม แต่พบว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายนที่หญ้าเริ่มออกดอกและติดเมล็ดยังคงมีฝนตกอย่างต่อเนื่อง (Figure 1)

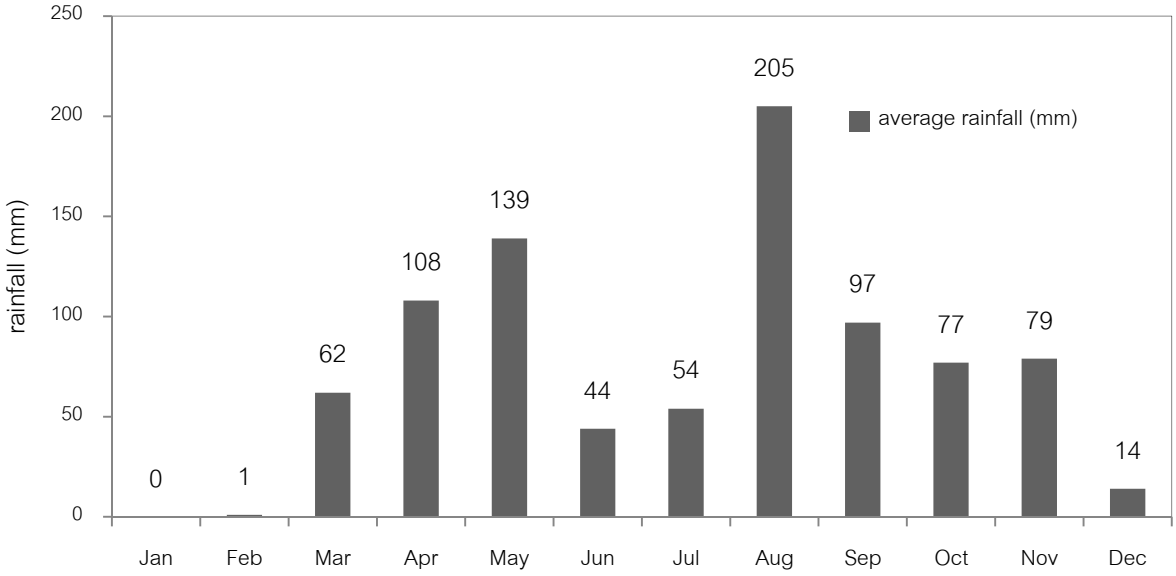


Figure 1 Rainfall (mm) at the National Corn and Sorghum Research Center in 2014

ช่วงเวลาการออกดอกและติดเมล็ด

หญ้ารูซี่ทั้ง 8 สายพันธุ์ เริ่มออกดอกในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน 2557 และมีการออกดอกประมาณ 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 7 และ14 วันหลังจากเริ่มต้นการออกดอก (Table 1) เมล็ดหญ้าเริ่มหลุดร่วงที่อายุประมาณ 14 วันหลังออกดอก และเมล็ดหลุดร่วงประมาณ 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 10 และ 7 วันหลังเมล็ดเริ่มหลุดร่วง ช่วงเวลาการออกดอกของหญ้ารูซี่เตระพลอยด์คล้ายคลึงกับหญ้าสกุล *Brachiaria* พันธุ์อื่นที่ปลูกในประเทศไทย ซึ่งจะเริ่มออกดอกติดเมล็ดในช่วงต้นฤดูหนาว (ตุลาคม – พฤศจิกายน) เนื่องจากเป็นช่วงที่มีความยาวของวันสั้น อีกทั้งยังมีสภาพอากาศแห้งและเย็นเหมาะต่อการให้ผลผลิตเมล็ดพันธ์หญ้าที่มีคุณภาพ (สายัณห์ , 2548) อย่างไรก็ตาม ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ยังคงมีฝนตกอย่างต่อเนื่อง (79 มิลิเมตร) (Figure 1) ส่งผลเสียต่อการติดเมล็ดของหญ้ารูซี่ทั้ง 8 สายพันธุ์ที่กำลังออกดอก และพบว่ามีเมล็ดบางส่วนเสียหายจากเชื้อราที่เกิดจากความชื้นสูง และเมล็ดมีการหลุดร่วงก่อนเวลาสุกแก่เป็นจำนวนมาก

Table 1 Time (date) to flowering and seed shattering stage of OKI strains in 2014

Strains	Flowering stage (day)			Seed shattering stage (day)		
	begin	half†	end‡	begin	half†	end‡
OKI 3	1 Nov	6 Nov	14 Nov	15 Nov	25 Nov	5 Dec
OKI 4	1 Nov	6 Nov	14 Nov	15 Nov	25 Nov	5 Dec
OKI 5	2 Nov	8 Nov	16 Nov	17 Nov	27 Nov	7 Dec
OKI 6	1 Nov	6 Nov	14 Nov	15 Nov	25 Nov	5 Dec
OKI 7	1 Nov	6 Nov	14 Nov	15 Nov	25 Nov	5 Dec
OKI 8	1 Nov	6 Nov	14 Nov	15 Nov	25 Nov	5 Dec
OKI 9	1 Nov	6 Nov	14 Nov	15 Nov	25 Nov	5 Dec
OKI 10	29 Otc	5 Nov	12 Nov	13 Nov	24 Nov	3 Dec

†: Approximately 50%, ‡: Approximately 90%

องค์ประกอบผลผลิตเมล็ด

หญ้ารูซี่ทั้ง 8 สายพันธุ์ มีจำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อดอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (5 ช่อดอกย่อย) และยังพบว่าจำนวนเมล็ดต่อช่อดอกย่อยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีจำนวนระหว่าง 31 – 36 เมล็ด หญ้ารูซี่สายพันธุ์ OKI 7 ให้จำนวนช่อดอกต่อกอเท่ากับ 264 ช่อดอก มากกว่าสายพันธุ์ OKI 8 และ OKI 5 (152 และ 113 ช่อดอกต่อกอ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ขณะที่เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของสายพันธุ์ OKI 8 มีค่าน้อยที่สุด (86.7 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ OKI 3, OKI 4, OKI 7 และ OKI 9 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Seed yield components of OKI strains in 2014

Strains	Racemes/inflorescence	Spikelets/raceme	Inflorescences/clump	Seed fertility (%)
OKI 3	5	36	204ab	93.6a
OKI 4	5	34	210ab	92.8a
OKI 5	5	32	113c	90.7ab
OKI 6	5	32	226ab	90.0ab
OKI 7	5	31	264a	92.7a
OKI 8	5	33	152bc	86.7b
OKI 9	5	31	219ab	93.0a
OKI 10	5	34	238ab	91.6ab
F-test	ns	ns	**	*
%CV	12.8	12.3	36.9	5.54

*, ** = significantly different at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively;

ns = non-significant difference;

means in the same column followed by the same lowercase letter are not different at the 0.05 probability level.

ผลผลิตเมล็ดและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด

สายพันธุ์ OKI 6 ให้จำนวนเมล็ดต่อกอเท่ากับ 24,200 เมล็ดต่อกอใกล้เคียงกับสายพันธุ์ OKI 7, OKI 10 และ OKI 6 ตามลำดับ ขณะที่สายพันธุ์ OKI 5 ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มากที่สุดเท่ากับ 8.8 กรัม ซึ่งแตกต่างจากหญ้ารูซี่ทุกสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติการหญ้ารูซี่ทุกสายพันธุ์ สายพันธุ์ OKI 6 และ OKI 7 ให้ผลผลิตเมล็ดเท่ากับ 778 และ770 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ มากกว่าสายพันธุ์ OKI 9 4 และ OKI 8 ซึ่งให้ผลผลิตเมล็ด 65 60 และ 48กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมล็ดหญ้ารูซี่ทุกสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าระหว่าง 9.1 – 10.5 เปอร์เซ็นต์ (Table 4) ส่วนเปอร์เซ็นต์ความงอก พบว่าวิธีการใช้โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) ไม่สามารถทำลายการพักตัวของหญ้ารูซี่ทั้ง 8 สายพันธุ์ได้ เนื่องจากนำมาเมล็ดมาทดสอบความงอกหลังจากเก็บเกี่ยวได้เพียง 1 เดือนเท่านั้น นอกจากนี้หญ้ารูซี่เตตระพลอยด์อาจมีส่วนของเพอริคาบ (pericarp) ที่หนา อย่างไรก็ตาม หญ้ารูซี่เตตระพลอยด์สามารถคลายการพักตัวได้เองหลังจากเก็บเมล็ดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 4 เดือน (Hare *et al.,* 2008)

หญ้ารูซี่เตตระพลอยด์ทั้ง 8 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์อยู่ระหว่าง 48 – 125 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าหญ้าสกุล *Brachiaria* พันธุ์การค้าที่มีการปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทย เช่น หญ้ามูลาโต้ II *[Brachiaria ruziziensis* (*Urochloa ruziziensis*) x *B. decumbens* (*U. decumbens*) x *B. brizantha* (*U. brizantha*)] ซึ่งมีรายงานว่าให้ผลผลิตเมล็ดมากกว่าหญ้ามูลาโต้ I (*Brachiaria ruziziensis* x *B. brizantha*) แต่ยังคงให้ผลผลิตเมล็ดค่อนข้างต่ำเพียง 37 – 42 กิโลกรัมต่อไร่ (Hare *et al.,* 2007) และหากเปรียบเทียบศักยภาพผลผลิตเมล็ดพันธุ์กับหญ้าสกุล *Brachiaria* พันธุ์การค้าที่ปลูกในประเทศบราซิล และออสเตรเลีย ควรจะต้องให้ผลผลิตเมล็ดอยู่ระหว่าง 96 - 112 กิโลกรัมต่อไร่ (Hare *et al*., 2015) ซึ่งจากการทดลองนี้ พบว่าหญ้ารูซี่เตตระพลอยด์สายพันธุ์ OKI 6 และ OKI 7 ให้ผลผลิตเมล็ดเท่ากับ 123 และ 125 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าผลผลิตที่แนะนำ และยังมากกว่าหญ้าสกุล *Brachiaria* พันธุ์การค้า เช่น หญ้าซิกแนลตั้ง (*Brachiaria brizantha*) พันธุ์ Marandu และหญ้าซิกแนลนอน (*Brachiaria decumbens*) พันธุ์ Basilisk ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์อยู่ระหว่าง 104 – 120 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ปลูกในประเทศบราซิล (Souza, 1999) อย่างไรก็ตาม หญ้าซิกแนลนอน (*Brachiaria decumbens*) พันธุ์ Basilisk สามารถผลผลิตเมล็ดพันธุ์ได้มากถึง 160 กิโลกรัมต่อไร่ ในประเทศออสเตรเลีย (Hopkinson and Clifford, 1993)

Table 4 Seed yield seed moisture and seed germination of OKI strains in 2014

Strains	No. of seeds per clump ($x10^3$ seeds)	Thousand seed weight (g)	Seed yield ($g/2.5m^2$)	Seed yield (kg/rai)	Seed moisture (%)	Seed germination (%)
OKI 3	13.7bc	7.8b	107ab	76ab	9.1	13.3
OKI 4	11.5c	7.4b	85b	61b	10.1	14.0
OKI 5	14.8abc	8.8a	130ab	93ab	10.1	6.0
OKI 6	24.2a	7.3b	177a	125a	9.5	6.7
OKI 7	22.8ab	7.6b	173a	123a	9.4	4.7
OKI 8	9.4c	7.1b	67b	48b	9.5	5.3
OKI 9	12.3c	7.3b	90b	64b	10.1	2.0
OKI 10	15.1abc	7.4b	112ab	80ab	10.5	2.0
F-test	**	**	*	*	ns	ns
%CV	59.2	8.32	61.1	61.1	14.1	101.7

*, ** = significantly different at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively;

ns = non-significant difference;

means in the same column followed by the same lowercase letter are not different at the 0.05 probability level.

สรุปผลการทดลอง

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์ OKI 6 และ OKI 7 ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงที่สุด ช่วงเวลาการออกดอกและเมล็ดหลุดร่วงของหญ้ารูซี่เตตระพลอยด์ (4x) ทั้ง 8 สายพันธุ์ใกล้เคียงกัน หญ้ารูซี่เตตระพลอยด์สายพันธุ์ OKI 6 และ OKI 7 จึงเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงในการผลผลิตเม็ดพันธุ์ในประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยมิยาซากิ ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยและสายพันธุ์หญ้ารูซี่เตตระพลอยด์ (4x) และขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กังวาน แสงธรรม และ วรพงษ์ สุริยภัทร. 2555. ศักยภาพการผลิตพืชอาหารสัตว์และเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทย. **แก่นเกษตร**. 40(ฉบับพิเศษ2): 37-42

ชาญชัย มณีดุล. 2532. **ทุ่งหญ้าธรรมชาติและหญ้าพื้นเมืองของไทย**. เอกสารทางวิชาการ. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สายัณห์ ทัดศรี. 2548. **หญ้าอาหารสัตว์และหญ้าพื้นเมืองในประเทศไทย**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 336 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2558**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 226 หน้า

Ishigaki, G., T. Gondo, K. Suenaga and R. Akashi. 2009. Induction of tetraploid ruzigrass (*Brachiaria ruziziensis*) plants by colchicine treatment of in vitro multiple-shoot clumps and seedlings. **Grassland Science** 55: 164–170.

Hare, M.D., E.A. Pizarro, S. Phengphet, T. Songsiri and N. Sutin. 2015. Evaluation of new hybrid brachiaria lines in Thailand. 2. Seed production. **Tropical Grasslands** 3: 94-103.

Hare, M.D., P. Tatsapong and S. Phenphet. 2008. Effect of storage duration, storage room and bag type on seed germination of brachiaria hybrid cv. Mulato. **Tropical Grasslands** 42:224-228

Hare, M.D., P. Tatsapong and K. Saipraset. 2007. Seed production of two brachiaria hybrid cultivars in north-east Thailand. 1. Method and time of planting. **Tropical Grasslands** 41:26–34.

Hopkinson J.M and P.T.P. Clifford. 1993. Mechanical harvesting and processing of temperate zone and tropical pasture seed, pp. 1815 – 1822. *In* **Proceedings of the XVII International Grassland.** 1993, Congress, Palmerston North, New Zealand and Rockhampton, Qld, Australia.

Souza F.H.D. de. 1999. *Brachiaria spp*. in Brazil. In: S.D. Loch and J.E. Ferguson , eds. Forage Seed Production, Volume 2: **Tropical and subtropical species**. CAB International, Wall-ingford, UK. p. 371–379.

การเกิดสารสีน้ำตาลของกล้วยบางสายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ

Browning Effect on Shoot Tip Culture of *Musa* spp. in Aseptic Condition

กตัญญู หทัยเดชะดุษฎี[1] อารยา อาจเจริญ เทียนหอม[1*] เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์[1] และ เจนจิรา ชุมภูคำ[1]

Katanyoo Hathaidechadusadee[1], Araya Arjcharoen Theanhom[1*], Shermarl Wongchaochant[1] and Jenjira Chumpookam[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดสารสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อกล้วยในสภาพปลอดเชื้อ จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ กล้วยเล็บมือนาง (AA) กล้วยหอมทอง (AAA) กล้วยกล้าย (AAB) และกล้วยหิน (ABB) โดยประเมินการปลดปล่อยสารฟีนอลิกรวมที่ชิ้นส่วนกล้วยปลดปล่อยในอาหารสังเคราะห์เหลวสูตร MS ด้วยวิธี Folin-Cioacalteu reagent เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก พบว่า การปลดปล่อยสารฟีนอลิกรวมของกล้วยเล็บมือนางมีปริมาณน้อยที่สุดและกล้วยกล้ายมีปริมาณมากที่สุด คือ 5.42 และ 19.03 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักอาหารสังเคราะห์ ตามลำดับ จำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ของกล้วยเล็บมือนางมีจำนวนมากที่สุดในอาหารสังเคราะห์เหลวและกึ่งแข็งสูตร MS คือ 2.43 และ 6.57 ยอด ตามลำดับ

ABSTRACT

This research aimed to study the browning effect on shoot tip culture of *Musa* spp. which four cultivars, 'Leb Mu Nang' (AA), 'Hom Tong' (AAA), 'Klai' (AAB) and 'Hin' (ABB). Assessment of total phenolic compounds in liquid media (MS) by Folin-Cioacateu reagent compared with gallic acid showed releasing total phenolic compounds of 'Leb Mu Nang' banana was minimum and 'Klai' banana was maximum, 5.42 and 19.03 mgGAE/g, respectively. New shoot number of 'Leb Mu Nang' banana in liquid and semi-solid media (MS) showed the highest new shoot tips, 2.43 and 6.57 shoots, respectively.

Key Words: browning, shoot tip, *Musa* spp.

* Corresponding author; e-mail address: **fagrart@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

กล้วยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญซึ่งอยู่คู่กับสังคมไทยมานานและเป็นที่ต้องการในปัจจุบัน เนื่องจากกล้วยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เช่น บริโภคเป็นอาหาร สมุนไพร และใช้ในพิธีกรรมต่าง ๆ (กองบรรณาธิการนิตยสารเทคโนโลยีชาวบ้าน, 2556) ตลอดจนสามารถแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าได้ โดยในปี 2557 มีการส่งออกกล้วย ปริมาณ 27,710 ตัน มูลค่า 362.23 ล้านบาท และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 30,453 ตัน มูลค่า 389.63 ล้านบาท ในปี 2558 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)

จากข้อมูลการส่งออกและความต้องการผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน ทำให้เกษตรกรสนใจปลูกกล้วยเพิ่มมากขึ้น โดยต้นพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะมีความสะอาดปลอดจากโรคและแมลง (เบญจมาศ, 2558) สามารถกำหนดระยะเวลาปลูกและเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาใกล้เคียงกันได้ แต่ปัญหาที่พบ คือ ต้นพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีราคาสูงและไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร เนื่องจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนกล้วยในระยะเริ่มต้นจะมีการสร้างสารฟีนอลิก (phenolic) ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงจากบาดแผล (จริงแท้, 2549; วราภรณ์, 2551) ทำให้สีอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเกิดการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ส่งผลให้ใช้ระยะเวลานานในการชักนำการเกิดยอดใหม่ (Titov *et al*., 2006) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปลดปล่อยสารสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อกล้วยแต่ละพันธุ์ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาสูตรอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณต้นกล้วยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมหน่อกล้วย 4 พันธุ์ ได้แก่ กล้วยเล็บมือนาง (AA) กล้วยหอมทอง (AAA) กล้วยกล้าย (AAB) และกล้วยหิน (ABB) โดยฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 นาที และความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำหน่อกล้วยที่ฟอกฆ่าเชื้อแล้วมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์เหลวสูตร Murashige and Skoog (MS) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต benzyladenine (BA) 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อครบระยะเวลา 3 สัปดาห์ ทำการเปลี่ยนอาหารสังเคราะห์เหลวสูตรเดียวกัน ครั้งที่ 1 ครบระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการเปลี่ยนอาหารสังเคราะห์เหลวสูตรเดียวกัน ครั้งที่ 2 และเมื่อครบ 9 สัปดาห์ ย้ายหน่อกล้วยมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์กึ่งแข็งสูตรเดียวกัน และเปลี่ยนอาหารสังเคราะห์กึ่งแข็งสูตรเดียวกัน ทุก ๆ 3 สัปดาห์ อีก 2 ครั้ง โดยก่อนการเปลี่ยนอาหารทุกครั้ง จะนับและตัดยอดที่เกิดขึ้นใหม่ทิ้ง รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 18 สัปดาห์

ประเมินปริมาณสารฟีนอลิกรวม (total phenolic compounds) ที่ชิ้นส่วนกล้วยปลดปล่อยลงอาหารด้วยวิธี Folin-Cioacalteu reagent ดัดแปลงของ Chidambara *et al*. (2002) โดยนำอาหารสังเคราะห์เหลวปริมาณ 2.0 มิลลิลิตร วิเคราะห์ร่วมกับสารสารละลาย Folin-Ciocalteu ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 2.5 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 2.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มในที่มืด เป็นระยะเวลา 30 นาที ณ อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำสารละลายดังกล่าวมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง T80 UV-Visible Spectrophotometer ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ทรีตเมนต์

ทรีตเมนต์ละ 7 ซ้ำ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 นเปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของชิ้นส่วนกล้วยในช่วงระยะเวลา 9 สัปดาห์แรก จะมีการสร้างสารฟีนอลิก (phenolic) ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงจากบาดแผล (จริงแท้, 2549; วราภรณ์, 2551) จากการศึกษาปริมาณสารฟีนอลิกรวมของกล้วยทั้ง 4 พันธุ์ ได้แก่ กล้วยเล็บมือนาง กล้วยหอมทอง กล้วยกล้าย และกล้วยหิน ในการเปลี่ยนอาหารสังเคราะห์เหลวครั้งที่ 1 พบว่า ชิ้นส่วนกล้วยกล้ายที่ได้รับบาดแผลมีการปลดปล่อยสารฟีนอลิกรวมปริมาณมากที่สุด คือ 11.93 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักอาหารสังเคราะห์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยเล็บมือนาง กล้วยหอมทอง และกล้วยหิน ในครั้งที่ 2 และ 3 พบว่า ชิ้นส่วนกล้วยกล้ายมีการปลดปล่อยสารฟีนอลิกรวมปริมาณมากที่สุด คือ 14.80 และ 19.30 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักอาหารสังเคราะห์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยเล็บมือนาง กล้วยหอมทอง และกล้วยหิน (Table 1) โดยกล้วยแต่ละพันธุ์ที่ได้รับบาดแผลมีการสร้างและปลดปล่อยสารฟีนอลิกในปริมาณที่แตกต่างกัน คาดว่าเป็นผลมาจากจีโนมที่ต่างกัน โดยกล้วยที่มีจีโนม B มีแนวโน้มการปลดปล่อยสารฟีนอลิกมากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วย Kanthali (*Musa* spp. cv. Kanthali, AAB) (Titov *et al*., 2006) และเนื้อเยื่อกล้วย plantain (*Musa paradisiaca*, AAB) (Onuoha *et al*., 2011) ที่มีการปลดปล่อยสารฟีนอลิก และเกิดการเปลี่ยนสีของชิ้นส่วนกล้วยและอาหารเพาะเลี้ยงเป็นสีน้ำตาล (อรุณี, 2557)

Table 1 Total phenolic compounds of *Musa* spp. after subculture

Cultivar	Average total phenolic compounds (mgGAE/g)		
	1st Sub.1/	2nd Sub.	3rd Sub.
'Leb Mu Nang' banana	5.42 a2/	7.18 a	7.53 a
'Hom Tong' banana	8.71 b	7.36 a	8.38 a
'Klai' banana	11.93 c	14.80 b	19.03 b
'Hin' banana	8.20 b	7.98 a	8.22 a
F-test	*	**	**
C.V. (%)	17.72	15.83	10.91

1/ Sub.=Subculture

2/ Means within a column under each factor, means followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by LSD. **=significant at $p<0.01$, *=significant at $p<0.05$

หลังจากเปลี่ยนอาหารสังเคราะห์เหลวครบ 3 ครั้ง พบว่า ในครั้งที่ 3 จำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ของกล้วยเล็บมือนางในอาหารมีจำนวนมากที่สุด คือ 2.43 ยอด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อ

เปรียบเทียบกับกล้วยหอมทอง กล้วยกล้าย และกล้วยหิน (Table 2) และเมื่อย้ายชิ้นส่วนกล้วยมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์กึ่งแข็ง พบว่า ในครั้งที่ 4 จำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ของกล้วยหอมทองมีจำนวนมากที่สุด คือ 2.00 ยอด ไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหิน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยกล้าย ส่วนในครั้งที่ 6 จำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ของกล้วยเล็บมือนางมีจำนวนมากที่สุด คือ 6.57 ยอด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยหอมทอง กล้วยกล้าย และกล้วยหิน (Table 2) จากการปลดปล่อยสารฟีนอลิกของชิ้นส่วนกล้วยแต่ละพันธุ์ที่ได้รับบาดแผลในปริมาณที่ต่างกัน ส่งผลต่อจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ของกล้วย โดยกล้วยเล็บมือนางมีการปลดปล่อยสารฟีนอลิกในปริมาณน้อย ในอาหารสังเคราะห์เหลว ทำให้มีการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ได้ดี (Figure 1) (Morfeine, 2013) โดยกล้วยแต่ละพันธุ์มีจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ที่แตกต่างกัน คาดว่าเป็นผลมาจากจำนวนชุดโครโมโซมที่ต่างกัน เนื่องจากกล้วยหอมทอง (AAA) กล้วยกล้าย (AAB) และกล้วยหิน (ABB) มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุด มีความแข็งแรงและสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่ากล้วยเล็บมือนาง (AA) ที่มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด (เบญจมาศ, 2558) จึงทำให้กล้วยเล็บมือนางมีแนวโน้มของการเพิ่มจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ได้มากกว่า สอดคล้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสังเคราะห์สูตร MS ของกล้วยไข่ (*Musa* sp. cv. 'Khai', AA) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BAP (benzylaminopurine) 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (สุภาพ และคณะ, 2535) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ากล้วย 'Grand Naine' (*Musa acuminata* Colla, AAA) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BAP และ IAA (indole-3-acetic) 0.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Youssef *et al.*, 2010) กล้วย 'Oniaba' และ 'Apantu pa' (*Musa* sp., AAB) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BAP 4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Buah *et al.*, 2010) และกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (*Musa* sp. cv. 'Namwa Mali-Ong', ABB) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (นิพิจ และพีระศักดิ์, 2551) และกล้วยหินที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (รายีมา และสะมะแอ, 2554; อรุณี, 2557) มีการพัฒนาและตอบสนองต่อจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่

Table 2 Shoot numbers of *Musa* spp. before subculture

Cultivar	Average shoot numbers (shoot)					
	1st Sub.[1/]	2nd Sub.	3rd Sub.	4th Sub.	5th Sub.	6th Sub.
'Leb Mu Nang' banana	0.00[/2]	0.00	2.43 a	1.43 ab	2.71	6.57 a
'Hom Tong' banana	0.00	0.00	0.86 b	2.00 a	2.57	4.43 b
'Klai' banana	0.00	0.00	0.43 b	0.43 b	2.57	4.00 b
'Hin' banana	0.00	0.00	0.86 b	1.71 a	2.57	1.57 c
F-test	ns	ns	**	*	ns	*
C.V. (%)	-	-	78.15	78.73	54.57	41.56

1/ Sub.=Subculture

2/ Means within a column under each factor, means followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by LSD. ns=not significant, **=significant at $p<0.01$, *=significant at $p<0.05$

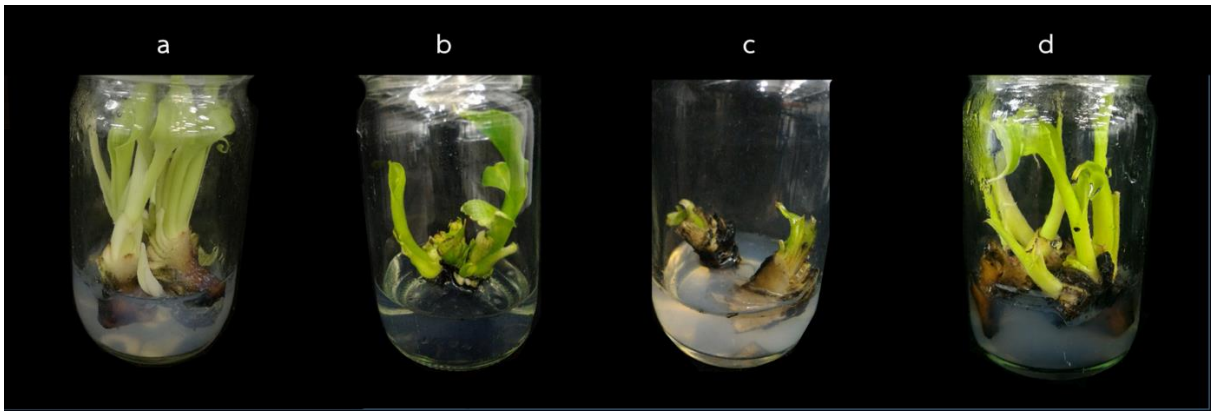


Figure 1 Shoot tip culture of four cultivars *Musa* spp. cv. Leb Mu Nang (a), cv. Hom Tong (b), cv. Klai (c) and cv. Hin (d)

สรุป

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยกล้ายในอาหารสังเคราะห์เหลวสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสร้างสารฟีนอลิกรวมมากที่สุดและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มที่สุด นอกจากนี้ยังส่งผลให้การเพิ่มจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่มีจำนวนน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยอีก 3 พันธุ์ ในการทดลอง

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยเล็บมือนางที่มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด (AA) ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าจำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่มีจำนวนมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยพันธุ์อีก 3 พันธุ์ ที่มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุด ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการนิตยสารเทคโนโลยีชาวบ้าน. 2556. **กล้วยน้ำว้า สร้างชาติ สร้างเงิน**. มติชน, กรุงเทพฯ.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช**. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

นิพิจ พินิจผล และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. 2551. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง. **วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร**. 39(3): 116-119.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2558. **กล้วย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ราฮีมา วาแมดีซา และสะมะแอ ดือราแม. 2554. การเพิ่มจำนวนกล้วยหินโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**. 3(3): 47-59.

วราภรณ์ ภูตะลุน. 2551. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพร : แนวทางการศึกษาเพื่อผลิตสารทุติยภูมิที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา**. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2558**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุภาพร แก้วสมพงษ์, กวิศร์ วานิชกุล, จุลภาค คุ้นวงศ์ และเบญจมาศ ศิลาย้อย. 2535. ผลของ 6-Benzylaminopurine ต่อการเกิดต้นกล้วยไข่บนอาหารสังเคราะห์. **วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์**. 26(2): 115-118.

อรุณี ม่วงแก้วงาม. 2557. การขยายพันธุ์กล้วยหิน (*Musa sapientum* Lin.) ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอด. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**. 1(3): 24-27.

Buah, J. N., E. Danso, K. J. Taah, E. A. Abole, E. A. Bediako, J. Asiedu and R. Baidoo. 2010. The effects of different concentrations cytokinins on the *in vitro* multiplication of plantain (*Musa* sp.). **Journal of Biotechnology**. 9(3): 343-347.

Chidambara, M.K., G.K. Jayaprakasha and R.P. Singh. 2002. Studies on antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel extract using *in vivo* models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 50(7): 4791-4795.

Morfeine, E. A. 2013. Effect of anti-browning on initiation phase of *Musa* species grand naine *in vitro*. **Journal of Forest Products and Industries**. 2(2): 45-47.

Onuoha, I. C., C. J. Eze and C. I.N. Unamba. 2011. *In vitro* prevention of browning in plantain culture. **Journal of Biological Sciences**. 11(1): 13-17.

Titov, S., S. K. Bhowmik, A. Mandal, M. S. Alam and S. N. Uddin. 2006. Control of phenolic compound secretion and effect of growth regulators for organ formation from *Musa* spp. cv. Kanthali floral bud explants. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology**. 2(3): 97-104.

Youssef, M., A. James, A. Mayo-Mosqueda, J. R. Ku-Cauich, R. Grijalva-Arango and R. M. Escobedo-GM. 2010. Influence of genotype and age of explant source on the capacity for somatic embryogenesis of two Cavendish banana cultivars (*Musa acuminata* Colla, AAA). **African Journal of Biotechnology**. 9(15): 2216-2223.

การศึกษาความหลากหลายของแมลงในแปลงอ้อยจังหวัดกำแพงเพชร

Insect Diversity in Sugarcane Fields in Kamphaeng Phet Province

ณัฐภูมิ รัตนพันธุ์[1] สุขสวัสดิ์ พลพินิจ[1] สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์[2] และ ประกาย ราชณุวงษ์[1*]

Natthapoom Ratthanapun[1] , Suksawat Ponpinij[1] , Sarawut Rungmekarat[2] and Prakai Rajchanuwong[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของแมลงในแปลงอ้อยของจังหวัดกำแพงเพชร ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2557 ถึงเดือนมิถุนายน 2558 ดำเนินการเก็บแมลงโดยใช้สวิงโฉบและกับดักแสงไฟ จากนั้นนำมาจำแนกชนิด ตรวจนับจำนวน และวิเคราะห์ความหลากหลาย Shannon-Wiener และความสม่ำเสมอ ผลการศึกษาจากการใช้สวิงโฉบพบแมลงศัตรูอ้อยจำนวน 5 อันดับ 17 วงศ์ จำนวน 36 ชนิด ขณะที่แมลงศัตรูธรรมชาติพบ 6 อันดับ 18 วงศ์ จำนวน 22 ชนิด โดยแมลงศัตรูอ้อยและแมลงศัตรูธรรมชาติที่พบจะแตกต่างกันไปในแต่ละแปลงวิจัย ข้อมูลแมลงที่ได้จาก กับดักแสงไฟนำมาหาค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener Index และดัชนีความสม่ำเสมอของแมลงมีค่าระหว่าง 2.379 ถึง 2.676 และ 0.699 ถึง 0.827 ตามลำดับ ทุกแปลงวิจัยไม่มีความแตกต่างทางสถิติของค่าดัชนีความหลากหลายและค่าดัชนีความสม่ำเสมอที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ABSTRACT

Diversity of sugarcane insects in sugarcane fields at Kamphaeng Phet province was carried out from July 2014 to June 2015. Sugarcane insects were collected by using sweep net technique and light trap. All insects were later identified, counted and calculated for species diversity (Shannon-Wiener index, H') and species evenness. From using sweep net technique, all sugarcane insect pests were composed of 5 Orders 17 Families 36 species while 6 Orders 18 Families 22 species of natural enemies were identified. From using light trap, the species diversity (H') and species evenness of total insects were ranging from 2.379 to 2.676 and 0.699 to 0.827, respectively. There are no significant difference of species diversity (H') and species evenness from all research locations.

Key Words: Diversity, Shannon Weiner index

Corresponding author; e-mail address: fagrpkt@ku.ac.th

[1]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

[1]Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

[2]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

อ้อย (*Saccharum officinarum*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยเฉพาะต่ออุตสาหกรรมทำน้ำตาล เนื่องจากน้ำตาลที่ผลิตได้ทั่วโลกประมาณ 2 ใน 3 เป็นน้ำตาลที่ผลิตจากอ้อย ในปีการผลิต 2558/59 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกรวมทั้งประเทศ 11,012,839 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศประมาณ 94,064,271 ตัน ผลผลิตต่อไร่ทั้งประเทศประมาณ 12.28 ตัน (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2559) การผลิตอ้อยในประเทศไทยมีความแปรผันที่ไม่แน่นอนเนื่องจากปัจจัยหลายอย่างทั้งชนิดพันธุ์ สภาพอากาศ และส่วนหนึ่งมาจากศัตรูพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ศัตรูพืชในกลุ่มของแมลงศัตรูพืชที่สามารถลดผลผลิตของอ้อยได้ถึง 20 % (Patil *et al.,* 2004)

แมลงศัตรูอ้อยที่มีความสำคัญและพบอยู่บ่อยครั้งมีประมาณ 30 ชนิด ซึ่งแมลงในบางชนิดพบในบางท้องที่และบางฤดูกาลเท่านั้น เช่น หนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อย ด้วงเจาะลำต้นอ้อย เพลี้ยแป้งอ้อยสีชมพู แมลงหวี่ขาวอ้อย และเพลี้ยกระโดดไพริลล่า (โกศล, 2525; Kumarasinghe, 1999; Thamaraiselvi and Dayana, 2015) ขณะที่ปัจจุบันมีการรายงานถึงการระบาดของเพลี้ยจักจั่น เพิ่มอีก 2 ชนิด *Matsumuratettix hiroglyphicus* และ *Yamatotettix flavoittatus* ซึ่งเป็นแมลงพาหะที่สำคัญของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย (Chen, 1979, Hanboonsong *et al.,* 2006) ถึงแม้ว่าแมลงศัตรูเหล่านี้จะสร้างความเสียหายกับอ้อยได้อย่างมหาศาล แต่พบว่ายังมีแมลงศัตรูธรรมชาติที่สามารถเข้าทำลายได้ รายงานว่าพบแมลงศัตรูธรรมชาติในแปลงอ้อยจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ แตนเบียนหนอน (*Cotesia flavipes* (Cameron)) แมลงหางหนีบ *(Euborellia* sp.) และแมลงหางหนีบสีน้ำตาล (*Proreus simulans* Stallen) (วิวัฒน์, 2550) แม้อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญมีการศึกษาถึงประชากรแมลงศัตรูมากมายในช่วงระยะที่ผ่านมา แต่ในเชิงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงประชากรและข้อมูลด้านสังคมแมลงในระดับพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ของจังหวัดที่การผลิตมากที่สุดในภาคเหนือยังมีการศึกษาน้อย จึงได้ดำเนินการศึกษาความหลากหลายของแมลงในแปลงอ้อยของจังหวัดกำแพงเพชร เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการบริหารจัดการศัตรูอ้อยและศัตรูธรรมชาติในเขตพื้นให้เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ทำแปลงวิจัย

สำรวจ และเก็บตัวอย่างแมลงในแปลงปลูกอ้อยจำนวน 4 แปลง ซึ่งตั้งอยู่ใน ต.วังยาง อ.คลองขลุง จำนวน 1 แปลง พิกัด16°12'15''N 99°45'58''E (แปลงวิจัยที่ 1) ต. คณฑี อ.เมือง มีจำนวน 2 แปลง พิกัด 16°23'12''N 99°41'44''E (แปลงวิจัยที่ 2) และพิกัด 16°23'35''N 99°41'27''E (แปลงวิจัยที่ 3) ต.เทพนคร อ. เมือง และพิกัด 16°24'43''N 99°37'9''E (แปลงวิจัยที่ 4) การสำรวจเป็นเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2557-เดือนสิงหาคม 2558

การเก็บตัวอย่างแมลง

การเก็บข้อมูลแมลงใช้สวิงโฉบและกับดักแสงไฟ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากสวิงโฉบจะนำมาวิเคราะห์แมลงศัตรูพืชและแมลงศัตรูธรรมชาติที่พบ ขณะที่ข้อมูลแมลงจากกับดักแสงไฟจะใช้เพื่อวิเคราะห์ความหลากหลายของแมลง ในการใช้สวิงโฉบจะสำรวจในพื้นที่ขนาด 1 ไร่ เก็บในช่วงเวลา 9.00 น. ถึงเวลา 16.00 น. เก็บตัวอย่างแมลงในภาชนะพลาสติก ขนาด 20 x 10 x 30 เซนติเมตร ในส่วนการเก็บตัวอย่างแมลงโดยใช้กับดักแสง

ไฟซึ่งใช้กับดักที่มีระบบการเปิดปิดหลอดไฟควบคุมด้วยเซนเซอร์ (sensor) หลอดไฟในกับดักแสงไฟจะเปิดในช่วงเวลา 18.00 น. ถึงเวลา 06.00 น. ในการวิจัยใช้หลอด blacklight ที่มีขนาด 20 วัตต์ ติดตั้งกับดักแสงไฟจะนำไปติดตั้งในส่วนกลางของแปลงสำรวจและจะปรับให้กับดักแสงไฟอยู่สูงกว่าปลายยอดอ้อย

การจำแนกวิเคราะห์ชนิดแมลง และหาค่าความหลากหลาย

นำตัวอย่างมาตรวจนับจำนวนจัดรูปร่าง จำแนกอันดับ (Order) วงศ์ (Family) และวิเคราะห์ชนิดตามวารี (2543); Dlling (1991); CSIRO, (1991a); CSIRO, 1991b และ Triplehorn and Johnson (2005) ในห้องปฏิบัติการภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบหาค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงโดยใช้ Shannon Wiener Diversity Index (*H'*) (Ludwig and Reynold ,1988) และ Evenness (Hill, 1973) ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในแต่ละเดือน และเปรียบเทียบโดยวิธีความแตกต่างโดยวิธี ANOVA (IBM SPSS 21.0)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ชนิดของแมลงพบในแปลงอ้อย

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงดับสวิงโฉบและกับดักแสงไฟในจังหวัดกำแพงเพชรพบแมลงศัตรูอ้อยจำนวน 5 อันดับ(Order) 17 วงศ์(Family) รวม 36 ชนิด ได้แก่ แมลงในอันดับ Coleoptera พบจำนวน 5 ชนิดคือ ด้วงงวงกัดกินใบอ้อย *Sepiomus* sp. และ *Hypomeces squamosus* Fabricius แมลงดำหนามอ้อย *Dicladispa armigera* (Oliver) ด้วงกุหลาบ *Adoretus compressus* (Weber) และด้วงดีดในวงศ์ Elateridae แมลงในอันดับ Hemiptera ได้แก่ เพลี้ยจักจั่นในวงศ์ Cicadellidae พบจำนวน 16 ชนิด ได้แก่ *Balclutha rubrostriata* (Melichar), *Balclutha virdinervis* Matsumura,*Botrogonia indistincta* (Walker), *Cicadulina* sp., *Cicadulina bipunctata* (Melichar), *Cofana spectra* Distant, *Empoascanara alami* (Ahmed), *Hecalus arcuatus* (Motschulsky) , *Hishimonus compactus* Knight, *Macrosteles strifrons, Matsumuratettix hiroglyphicus,* ,*Perkinsiella saccharicida* Kirkaldy, *Recilia dorsalis* (Motschulsky), *Varta rubrofasciata* Distant และ *Yamatotettix flavovittatus* เพลี้ยจักจั่นในวงศ์ Delphacidae พบจำนวน 3 ชนิด คือ *Sogatella kolophon* (Kirkaldy), *Sogatella vibrix* และ *Eoeurysa flavocapitata* Muir รวมถึงพบเพลี้ยไก่แจ้อ้อย ในวงศ์ Derbidae เพลี้ยกระโดดไพริลล่า (*Pyrilla* sp.) วงศ์ Lophopidae เพลี้ยกระโดดวงศ์ Ricaniidae เพลี้ยในวงศ์ Diaspidae, และ Dictyopharidae เพลี้ยแป้งในวงศ์ Psuedococcidae เพลี้ยหอยในวงศ์ Coccidae

แมลงในอันดับ Lepidoptera พบ 4 ชนิด คือ หนอนเจาะลำต้นอ้อยลายแถบ *Chilo infuscatelus* หนอนกอลายใหญ่ *Chilo sacchariphagus* (Bojer) หนอนกอสีขาว *Scripophaga excerptalis* (Walker) และหนอนกอสีครีม *Scirpophaga incertulas* Walker ส่วนแมลงในอันดับ Isoptera พบ 1 ชนิดได้แก่ ปลวกในวงศ์ Termitidae อย่างไรก็ตาม ชนิดของแมลงที่พบจะแตกต่างกันในแต่ละสถานที่

แมลงศัตรูอ้อยที่พบในทุกแปลงได้แก่ แมลงดำหนามอ้อย *D. armigera* (Olivier) ด้วงกุหลาบ *A. compressus* (Weber) ด้วงดีดในวงศ์ Elateridae ด้วงทั้งสามชนิดนี้ พบว่าเข้าทำลายอ้อยในระยะแตกกอ มัก

กัดกินผิวใบอ้อยให้เกิดเป็นรอยพรุนบนแผ่นใบ (โกศล, 2525) แมลงดำหนามอ้อยสร้างความเสียหายอย่างมีนัยสำคัญต่อการปลูกอ้อยในประเทศปากีสถาน โดยในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน พบการทำลายใบอ้อยมากถึง 30-70% (Shakir and Ahmed, 2015) นอกจากแมลงในกลุ่มด้วงแล้ว แมลงที่พบได้ในทุกแปลงวิจัย ได้แก่เพลี้ยจักจั่น *B. rubrostriata*, *B. indistincta*, *C. bipunctata*, *C. spectra*, *H. arcuatus*, *H. compactus* และ *Y. flavovittatus* เพลี้ยกระโดดไพริลลา *Pyrilla* sp. จากการรายงานของ Hanboonsong *et al.* (2002) และ Hanboonsong *et al.* (2006) ของการพบเพลี้ย *M. hiroglyphicus* (Matsumura) และ *Y. flavovittatus* ซึ่งเป็นพาหะของโรคใบขาวอ้อยในพื้นที่อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี โดยเป็นพื้นที่หนึ่งที่ประสบภัยจากโรคใบขาวเช่นเดียวกับพื้นที่อื่นๆในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การศึกษาในครั้งนี้สามารถพบเพลี้ย *M. hiroglyphicus* (Matsumura) และ *Y. flavovittatus* ในพื้นที่ที่ไม่มีรายงานว่าอ้อยแสดงอาการใบขาว และยังไม่มีรายงานว่าพบเพลี้ยชนิดนี้ในพื้นที่นี้มาก่อน แต่อย่างไร ก็ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เช่นการตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสเชื้อสาเหตุภายในตัวเพลี้ยที่พบ

ในการสำรวจพบแมลงศัตรูสำคัญที่สุดของอ้อยได้แก่ หนอนเจาะยอดอ้อยลายแถบ *C. infuscatellus* และหนอนเจาะยอดอ้อยลายจุด *C. sacchariphagus* ในทุกแปลงวิจัย โดยหนอนเจาะยอดอ้อยลายแถบ *C. infuscatellus* เข้าทำลายอ้อยในระยะแตกกอ สร้างความเสียหายอย่างมากและยากในการป้องกันกำจัด หนอนสามารถเข้าทำลายหน่ออ้อยทำให้เกิดยอดแห้งตาย การเข้าทำลายหน่ออ้อยจะทำให้ผลผลิตลดลง 5-40% ขณะที่ หนอนเจาะยอดอ้อยลายจุด *C. sacchariphagus* เข้าทำลายอ้อยในระยะอ้อยเป็นลำโดยเข้าทำลายเป็นกลุ่ม (ณัฐกฤตและอนุวัฒน์, 2544; Saljoqi and Walayati, 2014)

แมลงศัตรูธรรมชาติที่สำรวจพบในจังหวัดกำแพงเพชร พบ 19 ชนิด กลุ่มด้วงเต่าตัวห้ำในวงศ์ Coccinellidae มีจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *Coccinella transversalis* Fabricius, *Harmonia octomaculata* (Fabricius), *Menochilus sexmaculatus, Micraspis discolor* (Fabricius) และ *Serangium sp.* แมลงศัตรูธรรมชาติในอันดับ Hymenoptera พบ 11 ชนิดซึ่งอยู่ในวงศ์ Braconidae, Chlacididae, Diapriidae, Evaniidae, Eulophidae, Eurytomidae Ichneumonidae, Perilampidae, Scelionidae, Scoliidae, Vespidae นอกจากนี้พบแมลงหางหนีบ มวนตาโต (*Geocoris* sp.) และแมลงปอเข็ม

นำแมลงที่เก็บได้จากการวางกับดักแสงไฟในแต่ละท้องที่ มาคัดแยก และจำแนกแมลงออกเป็นวงศ์ (Family) จากนั้นบันทึกจำนวนที่พบโดยแมลงที่พบทั้งหมดมี 18 อันดับ (Order) ได้แก่ อันดับ Blattodea, Dermaptera, Ephemeroptera, Embioptera, Strepsiptera, Isoptera, Mantodea, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Psocoptera, Thysanoptera, Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hemiptera และอันดับ Hymenoptera ครอบคลุมทั้งหมด 142 วงศ์ (Family) อันดับที่มีจำนวนวงศ์แมลงมากที่สุดได้แก่ อันดับ Coleoptera และ Hemiptera โดยมีจำนวนวงศ์ที่พบเท่ากับ 40 และ 38 วงศ์ ถือเป็นร้อยละ 38.05 และ 36.19 ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ในจำนวน 142 วงศ์นี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามหน้าที่ของแมลงชนิดนั้นๆ ได้แก่ กลุ่มแมลงศัตรูอ้อยและกลุ่มของแมลงที่มีประโยชน์ในการเป็นตัวห้ำตัวเบียน แมลงผสมเกสร แมลงน้ำ และแมลงที่ช่วยสร้างความอุดมสมบูรณ์แก่ดิน ผู้ย่อยสลาย จากการจัดกลุ่มนี้พบว่ามีแมลงที่อยู่ในกลุ่มศัตรูอ้อยมีจำนวน 18 วงศ์ และแมลงที่มีประโยชน์จำนวน 28 วงศ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มตัวห้ำตัวเบียน และ 25 วงศ์จัดอยู่ในกลุ่มแมลงน้ำ

นอกจากนี้ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener's Index และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) ดัชนีความหลากหลายและความสม่ำเสมอมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี โดยในเดือนมิถุนายน – กรกฎาคม เป็นช่วงที่ทุกแปลงวิจัยมีค่าดัชนีความหลากหลายสูงเนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝน จากนั้นค่าดัชนีความหลากหลายจะมีแนวโน้มลดลงและลดลงต่ำที่สุดในเดือนมีนาคมซึ่งเป็นฤดูแล้ง (ภาพที่ 2) ขณะที่ดัชนีความสม่ำเสมอพบว่าในระยะเวลาของการเก็บข้อมูลทุกแปลงมีความสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน แต่ในเดือนพฤษภาคมดัชนีความสม่ำเสมอของแปลงวิจัยที่ 3 จะมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอสูงกว่าแปลงวิจัยอื่นๆ เท่ากับ 0.827 แปลงวิจัยที่ 4 มีค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener's Index มากที่สุดเท่ากับ 2.676 และแปลงวิจัยที่ 3 มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอมากที่สุดเท่ากับ 0.827 อย่างไรก็ตาม เมื่อนำค่าดัชนีความหลากหลายและค่าดัชนีความสม่ำเสมอมาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายและค่าดัชนีความสม่ำเสมอไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (ตารางที่ 1)

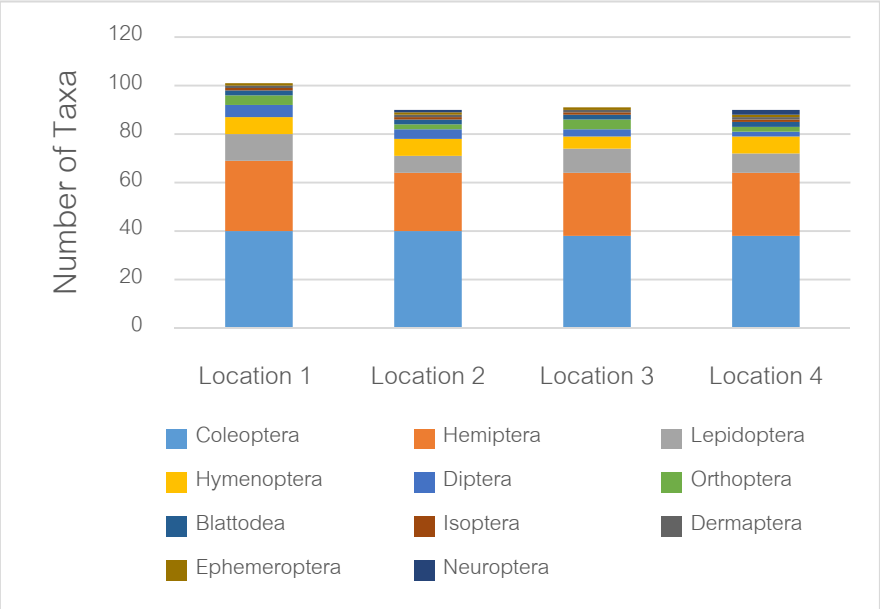


Figure 1 Numbers of insect taxa collected from sugarcane fields at Kamphaeng Phet province during July 2014 – June 2015. Location 1; 16°12'15''N 99°45'58''E, Location 2; 16°23'12''N 99°41'44''E; Location 3; 16°23'35''N 99°41'27''E, Location 4; 16°24'43''N 99°37'9''E.

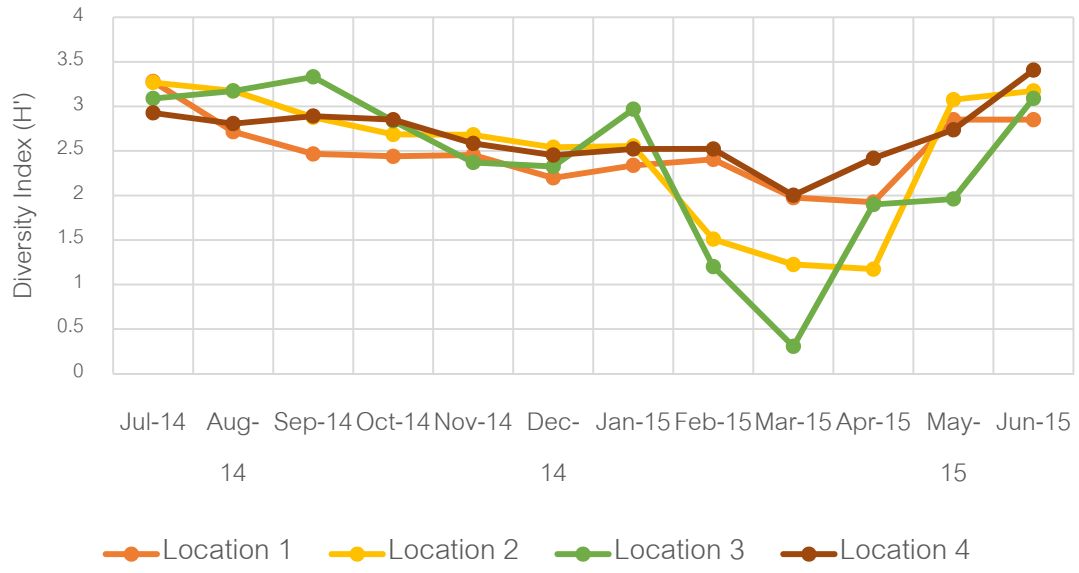


Figure 2 Diversity index of insect in sugarcane field in Kamphaeng Phet province during July 2014 – August 2015. Location 1; 16°12'15''N 99°45'58''E, Location 2; 16°23'12''N 99°41'44''E; Location 3; 16°23'35''N 99°41'27''E, Location 4; 16°24'43''N 99°37'9''E.

Table 1 Comparison between the value of Shannon Wiener Index (H') and Everness Index (J') derived from four location in Kamphaeng Phet province.

Research Location	Mean of Shannon Wiener Index (H')	Mean of Everness Index (J')
site 1	2.491	0.699
site 2	2.495	0.709
site 3	2.379	0.827
site 4	2.676	0.745
	ns*	ns*

* ns: Non-significant difference (One way ANOVA ; p>0.05) compared within column

1/ Location 1; 16°12'15''N 99°45'58''E, Location 2; 16°23'12''N 99°41'44''E; Location 3; 16°23'35''N 99°41'27''E, Location 4; 16°24'43''N 99°37'9''E.

ความหลากหลายเป็นการบอกถึงการมีชนิดและจำนวนของแมลงในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งการมีชนิดและปริมาณของแมลงมากบ่งบอกถึงความสมบูรณ์และความยั่งยืนของระบบนิเวศ การควบคุมกันเองภายในระบบนิเวศนั้นๆ แมลงบางชนิดๆไม่จัดอยู่ในกลุ่มแมลงศัตรูอ้อย และกลุ่มศัตรูธรรมชาติ เช่น ชีปะขาว และหิ่งห้อย แมลงเหล่านี้สามารถบอกถึงความสะอาดและความปลอดภัยของแหล่งน้ำ ถึงแม้เกษตรจะมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชบ้างแต่ใช้อยู่ในระดับที่ไม่สะสมและไหลรวมปะปนในแหล่งน้ำจนทำให้แมลงที่เป็นตัวชี้วัดเหล่านี้ไม่สามารถอาศัยอยู่ได้

ค่าความหลากหลายที่ได้นี้มีค่าสูงกว่า การรายงานของ Innocent and Merlindavana (2012) ที่พบว่าค่าความหลากหลายทางชีวภาพในแปลงอ้อยของอำเภอ Theni จังหวัด Tamilnadu อินเดียใต้ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.44 สูงสุดเท่ากับ 1.1175 การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพเพื่อทำความเข้าใจสุขภาพของระบบนิเวศ (Williamson, 1995) นอกจากนี้การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงในแปลงอ้อยเป็นตัวสนับสนุนที่สำคัญของการควบคุมโดยชีววิธีแบบคลาสสิกเนื่องจากต้องศึกษาสภาพต่างๆ อย่างครอบคลุมและถ้วนถี่ก่อนที่จะปล่อยตัวกระทำการควบคุมโดยชีววิธี (biological control agent) ในแปลงอ้อย (Way and Heong, 1994)

สรุป

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงด้วยการใช้สวิงโฉบและใช้กับดักแสงไฟในจังหวัดกำแพงเพชรพบแมลงศัตรูอ้อยจำนวน 5 อันดับ(Order) 17 วงศ์(Family) รวม 36 ชนิด ได้แก่ แมลงในอันดับ Coleoptera มีจำนวน 5 ชนิด แมลงในอันดับ Hemiptera มีจำนวน 26 ชนิด แมลงในอันดับ Lepidoptera พบ 4 ชนิด แมลงศัตรูธรรมชาติที่สำรวจพบในจังหวัดกำแพงเพชรพบ 6 อันดับ(Order) 18 วงศ์(Family) รวม 22 ชนิด ได้แก่ด้วงเต่าตัวห้ำในวงศ์ Coccinellidae มีจำนวน 4 ชนิด แมลงศัตรูธรรมชาติในอันดับ Hymenoptera มีจำนวน 11 วงศ์ ในส่วนของกับดักแสงไฟ นำแมลงที่ได้จากการเก็บตัวอย่างมาจำแนกออกในระดับวงศ์ (Family) จากนั้นบันทึกจำนวนที่พบ โดยแมลงที่พบทั้งหมดมี 18 อันดับ (Order) ครอบคลุมทั้งหมด 142 วงศ์ (Family) อันดับที่มีจำนวนวงศ์แมลงมากที่สุดได้แก่ อันดับ Coleoptera และ Hemiptera ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener และดัชนีความสม่ำเสมอของแมลงมีค่าระหว่าง 2.379 ถึง 2.676 และ 0.699 ถึง 0.827 ตามลำดับ ทุกแปลงวิจัยไม่มีความแตกต่างทางสถิติของค่าดัชนีความหลากหลายและค่าดัชนีความสม่ำเสมอที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงงานน้ำตาลนครเพชรที่ช่วยประสานงานและจัดหาแปลงวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่สนับสนุนทุนในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

โกศล เจริญสม. 2525. **แมลงอ้อย**. ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. ชมรมนักวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.

ณัฐกฤต พิทักษ์ และอนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ. 2544. **แมลงศัตรูอ้อยโรงงาน อ้อยเคี้ยว อ้อยคั้นน้ำ และการป้องกันกำจัด**. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วารี หงษ์พฤกษ์. 2543. **เพลี้ยจักจั่น และเพลี้ยกระโดด ศัตรูพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย**. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วิวัฒน์ เสือสะอาด. 2550. **ปล่อยแตนเบียนพิฆาตหนอน กลวิธีปราบศัตรูอ้อยไร้สารพิษ**. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2559. **รายงาน พื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต** 2558/59.

Chen, C.T. 1979. Vector-pathogen relationships of sugarcane white leaf disease. **Taiwan Sugar J.** 50-54.

CSIRO. 1991. **The Insects of Australia Vol. II**. Melbourne University Press, Carlton, Victoria.

Dlling W.R. 1991. **The Hemiptera**. Oxford University Press, New York..CSIRO. 1991. The Insects of Australia

Vol. I. Melbourne University Press, Carlton, Victoria.

Hanboonsong, Y., C. Choosai, S. Panyim, and S. Damak. 2002. Transovarial transmission of Sugarcane white leaf phytoplasma in the insect vector *Matsumuratittix hiroglyphicus* (Matsumura). **Insect Molecular Biology** 11: 97-10.

Hanboonsong, Y., Y.W. Ritthison, C. Choosai, and P. Sirithorn. 2006. Transmission of sugarcane white leaf phytoplasma by Yamatotettix flavovlttatus, a new leafhopper vector. **J. Econ Entomol**. 99(5): 1531-1537.

Hill, M.O. 1973. **Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences**. Ecology, n54, p. 427-432.

Innocent, X. and M. Dayana. 2012. Insect diversity of sugarcane fields in Theni district, Tamilnadu, South India. **International Journal of Advanced Life Sciences** 2: 54-57.

Kumarasinghe, N.C., 1999. **Insect fauna associated with sugarcane plantations in Sri Lanka**. Division of Pest Management, Sugarcane Research Institute, Uda Walawe, Srilanka.

Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. **Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing**. John Wiley and Sons, New York. 337 p.

Patil, A.S., V.D. Shinde, S.B. Mager, R.G. Yadhav and Y.S. Nerkar. 2004. Sugarcane woolly aphid (*Ceratovacuna lanigera*) its history and control measures. **Proc. of Sugarcane Technologists Association in India** : 133 – 155

Saljoqi, R. and W.K. Walayati. 2014. Management of sugarcane stem borer *Chilo infuscatellus* (Snellen) (Lepidoptera: Pyralidae) through *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and selective use of insecticides. **Pakistan J. Zool.** 45(6): 1481-1487.

Shakir, M.M. and S. Ahmed. 2015. Incidence of rice hispa, *Dicladispa armigera* (Chrysomellidae: Coleoptera) on sugarcane crop and its chemical control. **J. Agric. Res.** 53(1): 49-61.

Thamaraiselvi.V.P. and L.M.Dayana. 2015. Biodiversity of Insects in Sugarcane field at a Vadipatti, Tamil Nadu, India. **Int. Res. J. Environment Sci.** 4(4): 74-79.

Triplehorn C.A. and N.F. Johnson. 2005. **Borror and Delong's introduction to the study of insects**. Thomson Leaning, Inc. USA.

Way, M.J and K.L. Heong. 1994. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests ontropical irrigated rice. **Rev. Bull. Ento. Res.** 84: 567-587.

Williamson, M. 1995. **Species diversity in ecological communities**. Pp. 325-336. In: Barlett, M. S. and R. W. Horns (eds.). The Mathematical theory of the dynamics of biological populations. Academic Press. London.

ผักพื้นบ้านรสเปรี้ยวในการเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

Indigenous Vegetables with Sour Taste as Valuable Sources of Bioactive Compounds

ศิริพรรณ สุขขัง[1] สมนึก พรมแดง[1*] และสายน้ำอ้อย สว่างเมฆ[1]

Siriphan Sukkhaeng[1] Somnuk Promdang[1*] and Saynumoy Sawangmake[1]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาใส่ใจสุขภาพและบริโภคพืชผักมากขึ้น การวิเคราะห์ค่า pH คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณวิตามินซี กรดอินทรีย์ และฟีนอลิกรวม ในใบอ่อนผักพื้นบ้านรสเปรี้ยว 12 ชนิด พบว่า ค่า pH มีค่าระหว่าง 2.62 ถึง 5.02 พืชที่มีค่า pH ต่ำที่สุดคือ ชะมวง พืชแต่ละชนิดมีรูปแบบของกรดอินทรีย์แตกต่างกัน พืชที่มีวิตามินซีเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ติ้วขาว (60.22 mg/100g) พืชที่มี malic acid ปริมาณมาก ได้แก่ ส้มป่อย กระเจี๊ยบแดง และมะกอกฝรั่ง พืชที่มี tartaric acid เป็นหลัก ได้แก่ มะขาม มะตูม และมะยม ส่วนมะกอกป่ามี succinic acid เป็นหลัก ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu พบว่า มะตูมซาอุ และติ้วขาว มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด คือ 52.31 และ 45.06 mg GAE/g ตามลำดับ รองลงมาคือ มะตูม และส้มป่อย มีค่า 22.92 และ 16.77 mg GAE/g ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ ผลการทดลองนี้สามารถเผยแพร่ให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้จักถึงผักพื้นบ้าน และนำไปใช้ประโยชน์ด้านอาหารและยาต่อไป

ABSTRACT

Currently, most people are relying on their health and resorting to eat more vegetables. Determination of pH, antioxidant property and chemical composition i.e. vitamin C, organic acid and total phenolic content in young leaves of 12 indigenous vegetables with sour taste showed that pH were in a range between 2.62 and 5.02, the lowest pH species was Cha muang. Each species showed a variable organic acids pattern. Tio khao contained highest vitamin C content about 60.22 mg/100g. Malic acid was the main organic acid in Som poi, Krachiap daeng and Makok farang; tartaric acid was the major one in Ma kham, Matum and Mayom; and succinic acid was the main in Makok pa. The results of total phenolic content determined by Folin-Ciocalteu method revealed the highest total phenolic content about 52.31 and 45.06 mg GAE/g in Matum sau and Tio khao, respectively. Matum and Som poi also showed high total phenolic content (22.92 and 16.77 mg GAE/g, respectively). The high total phenolic content positively correlated with antioxidant activity. The results will increase the recognition of these indigenous vegetables with sour taste to consumers and further utilization for food and drug development.

Key Words: indigenous vegetables, organic acid, total phenolic, antioxidant, DPPH

* Corresponding author; e-mail address: **rdisop@ku.ac.th**

[1] ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

[1] Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

คำนำ

ผักพื้นบ้าน หมายถึง พืชที่คนในท้องถิ่นต่าง ๆ นำมาบริโภคในรูปของผัก เป็นส่วนผสมหลักในอาหาร หรือกินเป็นผักเคียงพร้อมกับอาหารบางชนิด โดยพืชเหล่านี้เป็นพืชที่ขึ้นอยู่ตามท้องถิ่นต่าง ๆ ยังไม่มีการปรับปรุงพันธุ์และไม่ได้ปลูกเป็นการค้าอย่างแพร่หลาย ทำให้คนส่วนใหญ่อาจไม่รู้จักหรือไม่เคยบริโภคพืชเหล่านี้ นอกจากนี้การนิยมปลูกพืชเชิงเดี่ยวของเกษตรกรเพื่อสร้างรายได้ การใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช และการขาดการถ่ายทอดความรู้เรื่องการใช้ประโยชน์ทำให้ผักพื้นบ้านหลายชนิดถูกหลงลืมไป (ยิ่งยง, 2556) พืชป่าหรือพืชพื้นบ้านหลายชนิดที่ถูกนำมาศึกษาและพัฒนาจนกลายเป็นพืชปลูกและมีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เช่น หมากเม่า ผลไม้ป่าที่ถูกนำมาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้และไวน์ เป็นต้น (สุดารัตน์, 2555) การบริโภคพืชเหล่านี้มีข้อจำกัดอยู่ที่ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว หลายชนิดไม่เป็นที่รู้จัก และผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่รู้วิธีการนำไปใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตาม พืชเหล่านี้ค่อนข้างทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และได้รับความสนใจในการเป็นแหล่งพันธุกรรมและทรัพยากรในด้านต่าง ๆ (ยิ่งยง, 2556) จึงควรมีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางอาหาร และความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อการส่งเสริมให้มีการบริโภค หรือเป็นที่รู้จักเพิ่มขึ้น รวมไปถึงเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ด้านอาหารและสุขภาพต่อไป

พืชผักพื้นบ้านที่นิยมบริโภคส่วนยอดและใบอ่อน มีฤทธิ์เป็นยาสมุนไพร โดยรสชาติแสดงถึงสรรพคุณที่แตกต่างกัน แบ่งเป็นพืชที่มีรสมัน ฝาด ขม หวาน เผ็ดร้อน และเปรี้ยว ในการทดลองนี้เลือกพืชที่มีรสเปรี้ยว เนื่องจากมีรายงานเกี่ยวกับประโยชน์ทางด้านสุขภาพ คือช่วยขับเสมหะ และช่วยระบาย (ศรีศักดิ์, 2548) นอกจากนี้กรดอินทรีย์หลายชนิดเป็นองค์ประกอบหลักที่พบในใบพืช เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ ในพืช และเป็นสารตัวกลางของกระบวนการสังเคราะห์แสงในพืช (Davies, 1958) การศึกษากรดอินทรีย์ในพืชส่วนมากทำในผลไม้ซึ่งมีรสเปรี้ยว ส่วนในใบอ่อนพืชรสเปรี้ยวยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย ซึ่งกรดอินทรีย์บางชนิดมีผลต่อสุขภาพ เช่น oxalic acid ถ้าได้รับปริมาณมากจะสามารถรวมกับแคลเซียมเกิดเป็นสารประกอบ calcium oxalate เป็นสาเหตุให้เกิดนิ่วในไตและกระเพาะปัสสาวะได้ ส่วนกรดอินทรีย์ชนิดอื่น โดยเฉพาะ ascorbic acid มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ (Sánchez-Meta *et al*., 2012) นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกในพืชยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Kaur and Kapoor, 2002)

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง รูปแบบของกรดอินทรีย์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในใบอ่อนผักพื้นบ้านรสเปรี้ยว 12 ชนิด เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมาสนใจพืชผักพื้นบ้านมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์หรือศึกษาเชิงลึกเพื่อพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพและยารักษาโรคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างผักพื้นบ้าน

เก็บรวบรวมตัวอย่างชนิดพืช 12 ชนิด จาก จ.นครปฐม (Table 1) ได้แก่ ติ้วขาว (Tio khao), ชะมวง (Cha muang), มะดัน (Madan), มะตูมซาอุ (Matum sau), มะกอกฝรั่ง (Makok farang), มะกอกป่า (Makok pa), มะตูม (Matum), มะกรูด (Makrut), ส้มป่อย (Som poi), มะขาม (Ma kham), มะยม (Mayom) และกระเจี๊ยบแดง (Krachiap daeng) โดยชะมวง มะดัน มะกอกฝรั่ง มะตูม มะกรูด และส้มป่อย เก็บเฉพาะส่วนยอดและใบอ่อนจากต้นที่ปลูกใน อ.นครชัยศรี ส่วนมะตูมซาอุเก็บจากต้นที่ปลูกใน อ.กำแพงแสน สำหรับติ้วขาว

มะกอกป่า มะขาม และกระเจี๊ยบแดง ซื้อจากตลาดใน อ.นครชัยศรี จากนั้นหั่นตัวอย่างให้ละเอียด จุ่มลงในไนโตรเจนเหลว และแช่เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

สุ่มตัวอย่างพืชหนัก 0.2 กรัม บดตัวอย่างในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนตริฟิวที่ความเร็ว 11,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที จากนั้นนำสารละลายใสด้านบนมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter สารละลายส่วนที่เหลือนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมโดยวิธี Folin-Ciocalteu และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ตามวิธีของ รวินิภาและศิริจันทร์ (2557) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อตัวอย่างพืช

Table 1 Selected species, edible parts analysed and traditional uses by Thais.

FAMILY/Species	Thai name	Edible part	Food use
CLUSIACEAE			
Cratoxylum formosum	Tio khao	Young leaves	Raw (side dishes), sour soup
Garcinia cowa	Cha muang	Young leaves	Soup, curry
Garcinia schomburgkiana	Madan	Young leaves	Soup, curry
ANACARDIACEAE			
Schinus terebinthifolius	Matum sau	Young leaves	Raw (side dishes)
Spondias cytherea	Makok farang	Young leaves	Raw (side dishes)
Spondias pinnata	Makok pa	Young leaves	Raw (Thai dressed salad, side dishes)
RUTACEAE			
Aegle marmelos	Matum	Young leaves	Raw (side dishes), leaf juice for curry
Citrus hystrix	Makrut	Young/mature leaves	Spinkle vegetable
FABACEAE-MIMOSOIDEAE			
Acacia concinna	Som poi	Young shoots with little leaves	Soup, curry
FABACEAE-CAESALPINIOIDEAE			
Tamarindus indica	Ma kham	Young shoots with little leaves	Soup, curry
EUPHORBIACEAE			
Phyllanthus acidus	Mayom	Young leaves	Raw (side dishes)
MALVACEAE			
Hibiscus sabdariffa	Krachiap daeng	Young/mature leaves	Soup, curry

การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี และกรดอินทรีย์

สุ่มตัวอย่างพืชหนัก 0.5 กรัม บดตัวอย่างในน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนตริฟิวที่ความเร็ว 11,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที จากนั้นนำสารละลายใสด้านบนมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นลง 10 เท่า และกรองด้วยไนลอน 0.22 ไมครอน นำไปวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีและกรดอินทรีย์ด้วยเครื่อง High performance liquid chromatography (Waters) คอลัมน์ C18 (Synergi, 4 μm, polar-RP 80 A°) เฟสเคลื่อนที่คือ กรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 0.005 นอร์มอล อัตราการไหล 0.4 มิลลิลิตร/นาที นาน 20 นาที ปริมาตรตัวอย่างที่

ใช้ 10 ไมโครลิตร ตรวจวัดสัญญาณด้วยแสง UV ความยาวคลื่น 245 และ 210 นาโนเมตร สำหรับวิตามินซีและกรดอินทรีย์ ตามลำดับ คำนวณปริมาณวิตามินซีและกรดอินทรีย์จากกราฟของสารมาตรฐาน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของใบอ่อนผักพื้นบ้านรสเปรี้ยว มีค่าอยู่ระหว่าง 2.62 ถึง 5.02 ดังตารางที่ 2 (Table 2) ซึ่งค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับพืชผักชนิดอื่น ๆ เช่น ผักชีล้อม ฮอบส์ และกระเทียมต้น (leek) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 4.5-6 (Sánchez-Meta *et al*., 2012) พืชที่มีค่า pH ต่ำที่สุดคือ ชะมวง ถ้าพิจารณาพืชที่มีช่วง pH ต่ำกว่า 3 ได้แก่ ติ้วขาว ชะมวง มะดัน มะกอกฝรั่ง มะกอกป่า ส้มป่อย มะขาม และกระเจี๊ยบแดง เป็นพืชที่นิยมใช้ใบอ่อนใส่แกงเพื่อให้มีรสเปรี้ยว ส่วนพืชกลุ่มที่ pH มากกว่า 3 ได้แก่ มะตูมซาอุ มะตูม มะกรูด และมะยม ไม่นิยมนำมาทำแกง แต่จะใช้กินดิบ มีรสเปรี้ยวที่แปลกออกไปคือเปรี้ยวไม่มากเท่ากับพืชในกลุ่มแรกแต่มีกลิ่นและรสซ่า ส่วนมะยมจะมีรสฝาดผสม

ปริมาณวิตามินซีและกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ (Table 3) พบว่าพืชพื้นบ้านแต่ละชนิดมีปริมาณกรดและชนิดของกรดที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบชนิดของกรดที่เป็นองค์ประกอบหลักในพืชแต่ละชนิด สามารถแบ่งเป็นกลุ่มของพืช ดังนี้ พืชที่มีวิตามินซีหรือ ascorbic acid เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ติ้วขาว พืชที่มี malic acid ปริมาณมาก ได้แก่ ส้มป่อย กระเจี๊ยบแดง และมะกอกฝรั่ง พืชที่มีปริมาณ tartaric acid เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ มะขาม มะตูม และมะยม ส่วนมะกอกป่ามี succinic acid เป็นองค์ประกอบหลัก สำหรับชะมวง มะดัน มะตูมซาอุ และมะกรูด มีปริมาณกรดอินทรีย์แต่ละชนิดใกล้เคียงกัน ไม่มีชนิดใดเด่น (Figure 1A) จะเห็นได้ว่าผักพื้นบ้านทุกชนิดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีปริมาณกรดอินทรีย์ค่อนข้างสูง สอดคล้องกับค่า pH ที่ค่อนข้างต่ำ ชนิดของกรดที่เป็นองค์ประกอบหลักในผักแต่ละชนิด อาจมีผลต่อรสชาติของผักด้วย เนื่องจากกรดอินทรีย์บางชนิดให้รสเปรี้ยวที่แตกต่างกัน เช่น citric acid จะเปรี้ยวแบบรสมะนาว ส่วน malic acid มีรสเปรี้ยวแบบน้ำผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวทั่วไป และมีความเปรี้ยวที่ชัดเจนกว่า สำหรับ tartaric acid ให้รสเปรี้ยวแบบมะขาม succinic acid จะให้รสเปรี้ยวที่มีรสเค็มผสมรสขมด้วย เป็นต้น (Gomis and Alonso, 2004) พืชที่มีปริมาณกรดอินทรีย์แต่ละชนิดใกล้เคียงกันอาจช่วยให้มีรสชาติที่กลมกล่อมขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังมีกรดอินทรีย์ชนิดอื่นนอกเหนือจากที่ทำการศึกษา และปริมาณกรดอินทรีย์มีความแปรผันตามชนิดพืช อายุพืช และชนิดของเนื้อเยื่อ (López-Bucio *et al*., 2000) วิตามินซีหรือ ascorbic acid เป็นกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญซึ่งมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและมีผลดีต่อสุขภาพ โดยสามารถกำจัดโมเลกุลอนุมูลอิสระของออกซิเจนและไนโตรเจนที่เป็นพิษ และช่วยในการเปลี่ยนกลับ (regenerate) วิตามินอีและเบต้าแคโรทีนจากรูปที่เป็นอนุมูลอิสระให้กลับมาใช้ใหม่ได้อีกครั้ง กรดอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ เช่น oxalic acid, tartaric acid, malic acid, citric acid และ succinic acid มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้เช่นกัน (Pereira *et al*., 2009) นอกจากนี้กรดอินทรีย์ยังใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อป้องกันการเสื่อมเสียทางเคมีของอาหาร เช่นใช้เป็นสารต้านจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ (Mani-López *et al*., 2012)

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Table 3) พบว่า มะตูมซาอุ และติ้วขาว มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด มีค่า 52.31 และ 45.06 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม รองลงมาคือ มะตูม และส้มป่อย มีค่า 22.92 และ 16.77 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม (Table 3 และ Figure 1B) สารประกอบฟีนอลิกมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยหมู่ฟีนอลสามารถรับอิเล็กตรอนจากอนุมูลอิสระ

และกลายเป็นอนุมูลของสารประกอบฟีนอลที่เสถียร ซึ่งทำลายวงจรของความเสียหายที่เกิดจากอนุมูลอิสระในเซลล์ อาหารและเครื่องดื่มที่อุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอลิก ทำให้เลือดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น (Pandey and Rizvi, 2009) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH พืชที่มีสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณมากมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากเช่นกัน (Figure 1B) สอดคล้องกับชัชฎาพร (2558) ซึ่งรายงานว่าพืชพื้นบ้าน 10 ชนิดในจังหวัดอยุธยามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าพืชพื้นบ้านที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากจะมีสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติได้ดี การศึกษาทางด้านระบาดวิทยาพบว่าการบริโภคอาหารที่อุดมไปด้วยสารโพลีฟีนอลจะป้องกันการพัฒนาของมะเร็ง กลุ่มโรคหลอดเลือดและหัวใจ โรคเบาหวาน โรคกระดูกพรุน และการเสื่อมของเซลล์ประสาท (Pandey and Rizvi, 2009)

จากผลการทดลอง พืชในกลุ่มรสเปรี้ยวที่น่าสนใจในการนำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ ติ้วขาว ซึ่งมีปริมาณวิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิกรวมค่อนข้างสูง รองลงมาคือ มะตูมซาอุ มะตูม และส้มป่อย จากการศึกษาของ Maisuthisakul *et al*. (2007) พบว่า ติ้วขาว มีปริมาณ chlorogenic acid ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกชนิดหนึ่ง สูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ และเป็นสารประกอบหลักที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ส่วนมะตูมซาอุที่ปลูกในประเทศอียิปต์ มีการศึกษาชนิดของสารประกอบฟีนอลิก พบว่ามี caffeic acid, coumaric acid และ syringic acid (El-Massry *et al*., 2009) สำหรับใบมะตูม และส้มป่อย ยังมีการศึกษาเชิงลึกค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตาม การบริโภคพืชทุกชนิดที่ทำการศึกษามีประโยชน์ในแง่ของกากใยอาหาร งานวิจัยนี้ ศึกษาเฉพาะกรดอินทรีย์บางชนิดและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่านั้น แต่ในพืชอาจมีกรดอินทรีย์ชนิดอื่นหรือสารประกอบฟีนอลิกบางชนิดที่น่าสนใจในการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารและยาในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งต้องมีการศึกษาในเชิงลึกเพื่อต่อยอดต่อไป

Table 2 pH value of edible sour vegetables

Thai name	pH	Thai name	pH
Tio khao	2.94 ± 0.02	Matum	5.02 ± 0.05
Cha muang	2.62 ± 0.02	Makrut	4.64 ± 0.12
Madan	2.95 ± 0.03	Som poi	2.78 ± 0.05
Matum sau	3.87 ± 0.13	Ma kham	2.87 ± 0.02
Makok farang	2.72 ± 0.04	Mayom	3.88 ± 0.10
Makok pa	2.83 ± 0.02	Krachiap daeng	2.72 ± 0.01

สรุป

ใบอ่อนผักพื้นบ้านรสเปรี้ยวทั้ง 12 ชนิด มีค่า pH ต่ำกว่า 5 มีรูปแบบของกรดอินทรีย์ที่แตกต่างกันในแต่ละชนิดพืช พืชที่น่าสนใจในการนำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ ติ้วขาว ซึ่งมีปริมาณวิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิกรวมค่อนข้างสูง รองลงมาคือ มะตูมซาอุ มะตูม และส้มป่อย ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นประโยชน์ในแง่สุขภาพความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพืชเหล่านี้ เพื่อให้ผู้บริโภคหันมาสนใจพืชผักพื้นบ้านมากยิ่งขึ้น และยังเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการต่อยอดการศึกษาเชิงลึกเพื่อพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพและยารักษาโรคต่อไป

Table 3 Vitamin C (ascorbic acid), other organic acids, total phenolic compounds and radical scavenging ability of edible sour vegetables

Thai name	Organic acids content (mg/100g)						Total phenolic compounds (mg gallic equivalent/g)	%DPPH inhibition
	Ascorbic acid	Oxalic acid	Tartaric acid	Malic acid	Citric acid	Succinic acid		
Tio khao	60.22 ± 1.74	5.28 ± 4.18	17.17 ± 3.73	ND	15.82 ± 12.71	26.85 ± 7.45	45.06 ± 2.47	92.75 ± 0.20
Cha muang	19.14 ± 2.33	13.92 ± 1.63	117.82 ± 102.28	137.46 ± 0.41	102.30 ± 5.21	18.54 ± 3.27	5.23 ± 0.16	22.95 ± 3.52
Madan	16.65 ± 0.90	7.06 ± 1.70	51.05 ± 15.99	113.78 ± 6.20	51.48 ± 8.79	16.47 ± 2.98	2.51 ± 0.38	10.37 ± 2.35
Matum sau	35.22 ± 2.59	62.92 ± 10.19	285.95 ± 47.24	20.75 ± 6.34	52.79 ± 4.11	352.31 ± 61.78	52.31 ± 8.02	94.22 ± 0.06
Makok farang	23.38 ± 2.19	13.49 ± 1.29	19.58 ± 7.65	1,028.09 ± 14.13	10.30 ± 1.62	218.83 ± 34.35	7.36 ± 0.25	38.76 ± 2.55
Makok pa	ND	11.16 ± 4.06	47.30 ± 8.68	ND	ND	890.23 ± 87.19	9.92 ± 0.46	63.43 ± 5.95
Matum	11.77 ± 0.24	21.78 ± 6.56	1,672.11 ± 51.71	46.66 ± 17.37	32.08 ± 1.76	237.85 ± 37.12	22.92 ± 1.39	88.87 ± 0.57
Makrut	ND	6.03 ± 1.08	226.83 ± 33.89	119.64 ± 1.99	12.14 ± 0.45	227.69 ± 13.91	8.19 ± 0.72	11.90 ± 0.55
Som poi	8.35 ± 0.46	75.72 ± 7.82	340.47 ± 41.48	2,478.76 ± 15.30	26.34 ± 2.70	141.76 ± 23.74	16.77 ± 3.84	10.26 ± 3.13
Ma kham	ND	96.42 ± 14.97	1,610.06 ± 101.33	23.87 ± 2.29	8.68 ± 2.71	21.86 ± 7.37	2.11 ± 0.15	6.40 ± 2.43
Mayom	8.09 ± 0.11	28.83 ± 3.66	727.54 ± 0.64	41.31 ± 2.52	109.44 ± 8.03	151.99 ± 9.53	4.32 ± 0.25	11.80 ± 1.67
Krachiap daeng	ND	18.65 ± 1.56	37.08 ± 4.99	1,463.17 ± 77.20	ND	20.50 ± 0.84	4.29 ± 0.33	19.71 ± 7.31

Mean ± standard deviation, n = 3

ND = non detected

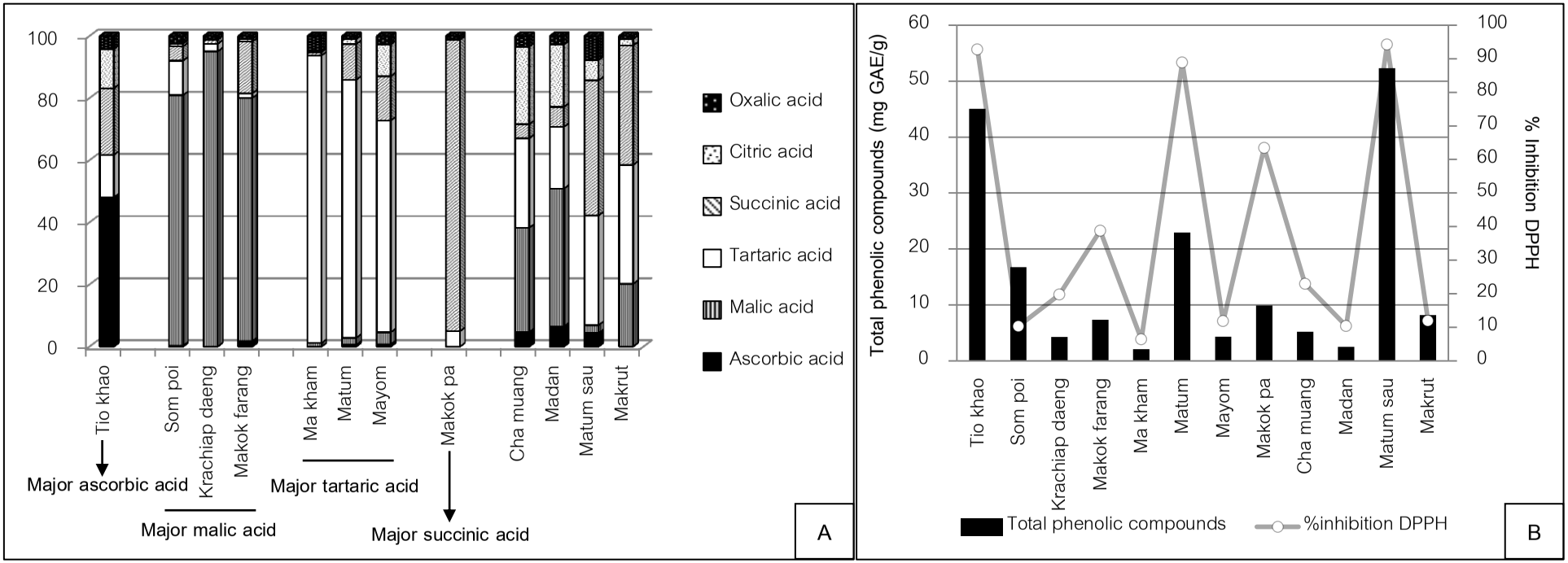


Figure 1 Proportion of vitamin C (ascorbic acid) and other organic acids (A), total phenolic compounds and radical scavenging ability (B) of edible sour vegetables

เอกสารอ้างอิง

ชัชฎาพร องอาจ. 2558. คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. **ว. วิทย์. กษ.** 46 (3) (พิเศษ): 321-324.

ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา. 2556. ผักพื้นบ้าน: ภูมิปัญญาและมรดกที่คนไทยหลงลืม. **เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการและอุทยานผักพื้นบ้านในวิถีไทย**, ณ สำนักพิพิธภัณฑ์และวัฒนธรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รวินิภา ศรีมูล และศิริจันทร์ ตาใจ. 2557. ปริมาณฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำผลไม้แปรรูปในจังหวัดจันทบุรี. **วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก** 7 (1): 24-30.

ศรีศักดิ์ สุนทรไชย. 2548. ผักพื้นบ้าน. มุมวิชาการด้านแพทย์แผนไทย. ฉบับที่ 3 ประจำเดือนมิถุนายน 2548, แหล่งที่มา: www.stou.ac.th/Schools/Shs/booklet/6_2548/planThai.htm, 30 ตุลาคม 2559.

สุดารัตน์ สกุลคู. 2555. หมากเม่าสกลนคร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนครสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสกลนคร สำนักงานเกษตรจังหวัดสกลนคร.

Davies, D.D. 1958. Organic acid metabolism in plants. **Biol. Rev.** 34: 407-444.

El-Massry, K.F., A.H. El-Ghorab, H.A. Shaaban and T. Shibamoto. 2009. Chemical compositions and antioxidant/antimicrobial activities of various samples prepared from *Schinus terebinthifolius* leaves cultivated in Egypt. **J. Agric. Food Chem.** 57: 5265–5270.

Gomis, D.B. and J.J.M. Alonso. 2004. Organic acids, pp. 573-602. *In* L.M.L. Nollet, ed. **Handbook of Food Analysis: Physical characterization and nutrient analysis**. CRC Press, New York.

Kaur, C. and H.C. Kapoor. 2002. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. **Int. J. Food Sci. Tech.** 37: 153-161.

López-Bucio, J., M.F. Nieto-Jacobo, V. Ramírez-Rodríguez, L. Herrera-Estrella. 2000. Organic acid metabolism in plants: from adaptive physiology to transgenic varieties for cultivation in extreme soils. **Plant Sci.** 160: 1–13.

Maisuthisakul, P., R. Pongsawatmanit and M.H. Gordon. 2007. Characterization of the phytochemicals and antioxidant properties of extracts from Teaw (*Cratoxylum formosum* Dyer). **Food Chem.** 100: 1620–1629.

Mani-López, E., H.S. García and A. López-Malo. 2012. Organic acids as antimicrobials to control *Salmonella* in meat and poultry products. **Food Res. Int.** 45: 713–721.

Pandey, K.B. and S.I. Rizvi. 2009. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. **Oxid. Med. Cell. Longev.** 2 (5): 270-278.

Pereira, D.M., P. Valentão and P.B. Andrade. 2009. Organic acids of plants and mushrooms: Are they antioxidants? **Funct. Plant Sci. Biotechnol.** 3 (1): 103-113.

Sánchez-Meta, M.C., R.D. Cabrera Loera, P. Morales, V. Fernández-Ruiz, M. Cámara, C. Díez Marqués, M. Pardo-de-Santayana and J. Tardío. 2012. Wild vegetables of the Mediterranean area as valuable sources of bioactive compounds. **Genet. Resour. Crop Evol.** 59: 431-443.

Root Anatomy of *Rhizophora apiculata* Blume

Ajaree Thonglim[1], Vipak Jintana[2] and Prasart Kermanee[1*]

ABSTRACT

Anatomical characters of primary root and prop root of *Rhizophora apiculata* Blume were studied using paraffin sectioning and maceration methods. It was found obviously differences between primary root and prop root. In primary root, multilayers of epidermis with suberized cells were observed. Cortex consists of two types of parenchyma, the tightly packed cells presenting close to epidermis and stele, and aerenchyma with large intercellular spaces presenting in central cortex. There is one layer of thin walled endodermis. Tanniferous cells were found in pericycle outside phloem. Vascular bundles are radial type. At secondary growth stage, stele contains with secondary xylem surrounded by secondary phloem. In prop root, periderm was found since early growth stage. There are two layers of hypodermis consisting round-elliptic and various sizes of parenchyma with less intercellular spaces. Vascular bundles are collateral. Tanniferous cells, gelationous fibers, filiform sclereids and druse crystals were commonly found in cortex of both types of roots.

Key words: primary root, prop root

[*]Corresponding author; e-mail address: fscipsk@ku.ac.th

[1]Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

[2] Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

INTRODUCTION

Mangroves are natural resources that have been playing a significant role in forestry, providing goods and services, supporting economy and fishery. They also can alleviate damage from natural disasters; storm, wind, occasionally tsunami. Moreover, a predominant tropical intertidal forest community, mangroves also become a popular tourist attraction (Parida and Jha, 2010). True mangroves which tolerate high-saline condition (Parida and Jha, 2010), include about 50 species in 20 genera belonging to 16 families, of which Rhizophoraceae dominate in the number of species (Hogarth, 2001). Four genera of this family - *Rhizophora*, *Ceriops*, *Kandelia* and *Bruguiera* - are found in Thailand (Hou, 1970).

There are various physiological, morphological and anatomical adaptations of mangrove species resulting from the environmental factors. Mangroves grow in the intertidal zone between land and sea where are frequently inundated by tide with saline water (Paliyavuth *et al*., 2004; Jagtap and Nagle, 2007; Parida and Jha, 2010) and are usually in waterlogged state, soft sediment and lack of oxygen soil (Hogarth, 2001). The environmental settings of mangroves are a result of complex behavior of regional climate, tides, river discharge, wind and oceanographic currents (Twilley, 2008). Due to the uncompromising environment, mangroves show many adaptations.

Rhizophora apiculata Blume, one of the dominant mangrove species, is a good source of firewood; its wood makes a superior kind of charcoal. *R. apiculata* occupies the seaward zone where is subjected to hypersaline and waterlogged soils. These require adaptations that enable this species to grow in a particular kind of harsh conditions. Hence, *R. apiculata* possesses prop root and salt-exclusion as morphological and physiological adaptations (Hutchings and Saenger, 1987). The question is “How about the anatomical adaptation of this mangrove species?”.

As most of the studies have focused on taxonomy and ecology of mangroves (Lee 1999; Santisuk 1983; Sasekumar and Loi 1983), anatomical studies on the mangroves are rare. Thus, in this study will focus on the anatomical adaptation of *R. apiculata* roots, the important organ in seedling establishment challenged by several stresses. It might be pointed out that how root structures respond to stressful environments which lead to salt resistance.

MATERIALS AND METHODS

Ten samples of primary root and prop root of *Rhizophora apiculata* were collected from Sirinart Rajini Ecosystem Learning Center, Prachuap Khiri Khan and Mangrove Forest Resources Development Station 11, Ranong. The materials were prepared for paraffin sectioning method at plant anatomy laboratory, Department of Botany, Kasetsart University. The samples were fixed and preserved in FAA 50% (containing 50% ethanol, 5% formalin and 5% glacial acetic acid) and dehydrated in concentration series of tertiary butyl alcohol. After dehydration, the specimens were infiltrated and embedded in paraplast at 60ºC. The embedded samples were sectioned at 15-20 µm thickness using a rotary microtome (Leica RM 2165). Then the sections were stained with safranin and fast green. Finally, the specimens were permanently mounted with permount.

Tissue maceration was also carried out for isolated cell observation. The samples were trimmed into small pieces, then boiled in 10% KOH and kept for 24 hr. The macerated cells were washed, stained with safranin-fast green, dehydrated and mounted with permount. The samples were

observed under light compound microscope (Johansen, 1940).

RESULTS

Primary root

Primary growth stage

The outer layer consists of 3-5 layers of multiple epidermis comprising small suberized cells The long-large cells with thick wall are in the middle layer, and small cells in the inner layer (Figure 1A-B).

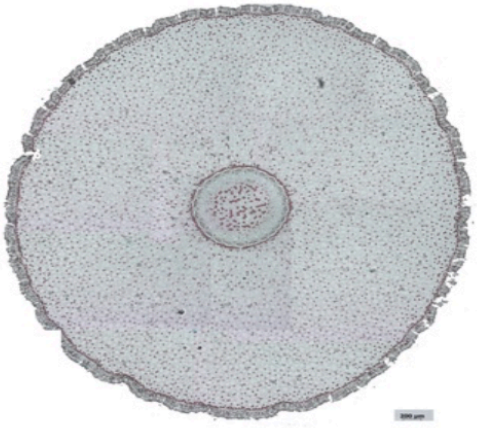
Cortex is wider than stele and consists of 2 types of parenchyma: the tightly packed cells with tannin presenting close to epidermis and stele, and aerenchyma arranging in a reticulated structure with large intercellular spaces. Round shaped tanniferous cells were found at the joints of aerenchyma (Figure 1C).

In stele, there is a layer of thin walled endodermis. Pericycle, a lateral root origin, comprises small rectangular cells. Radial vascular bundles compose of primary xylem and primary phloem groups. Tanniferous cells were found in pericycle outside phloem. Pith comprises round-elliptic with variously sizes of parenchyma which are loosely arrangement. Tanniferous cells, filiform sclereids and druse crystals were commonly found in the cortex of root (Figure 1D).

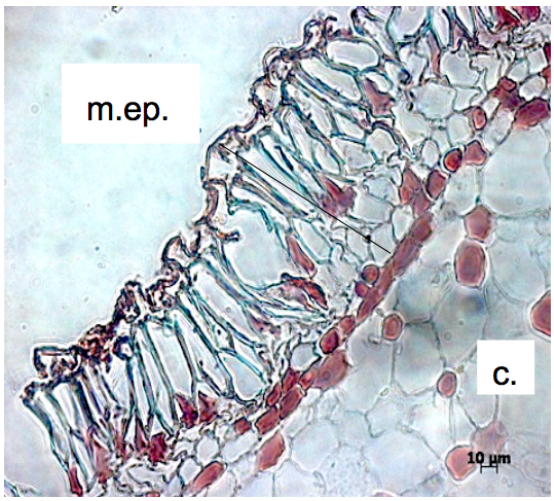
Secondary growth stage (Figure 1E)

Multiple epidermis is gradually replaced by periderm. Cortex consists of 2 types of parenchyma: the tightly packed cells with tannin presenting close to epidermis and stele, and aerenchyma arrange in a reticulated structure with large intercellular spaces presenting in the central cortex. Round shaped tanniferous cells were found at the joints of aerenchyma. In a longitudinal section, these arrange in rows along the length of the root (Figure 1G). Filiform sclereids (Figure 1H) and druse crystals were found in cortex.

Pericycle comprises small rectangular cells. Secondary xylem surrounded by arhing of secondary phloem. A layer of vascular cambium presents between secondary xylem and secondary phloem. Pith contain parenchyma with some tanniferous cells (Figure 1F).



(A)



(B)

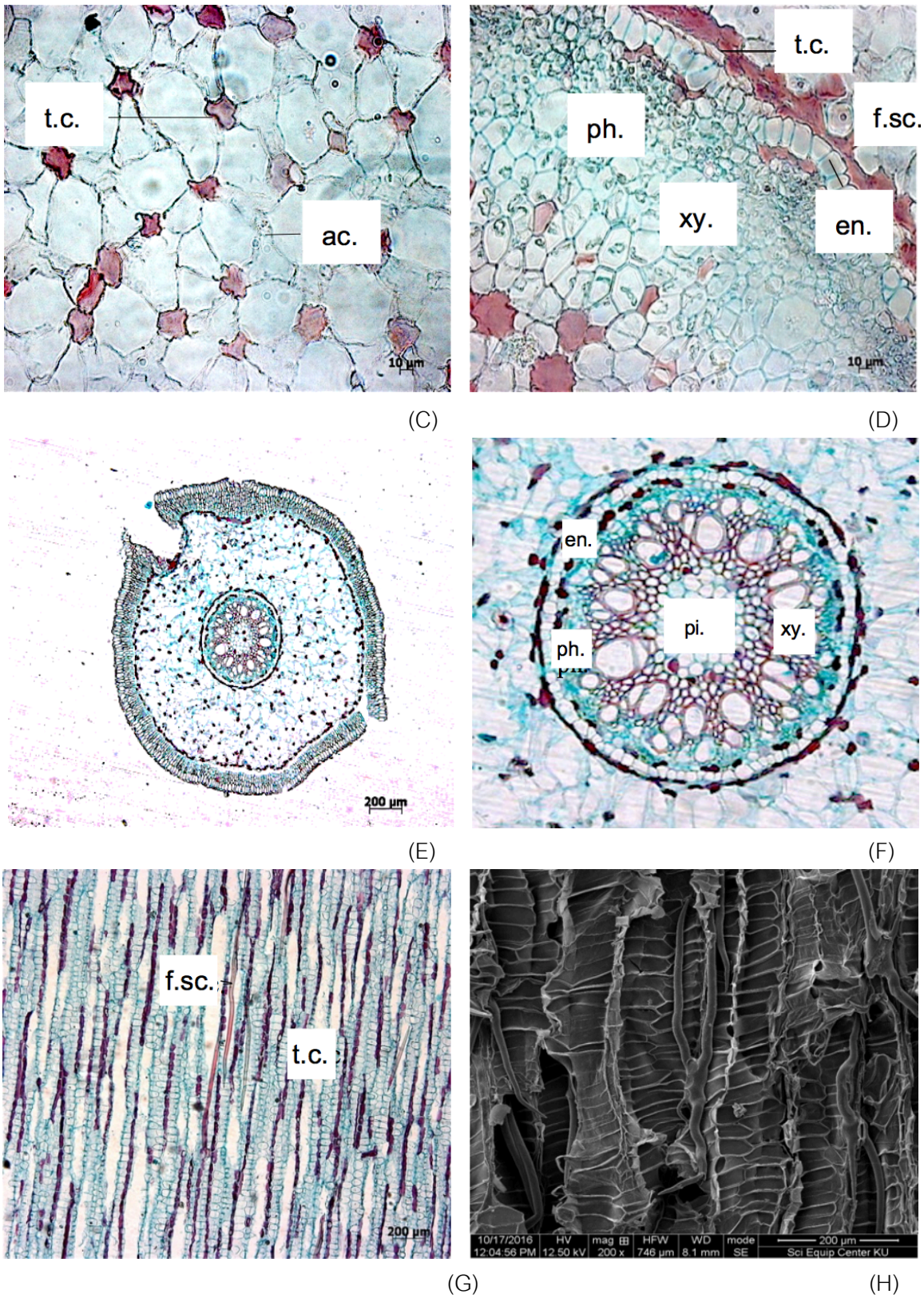


Figure 1 Anatomy of primary root of *Rhizophora apiculata*: (A) primary growth stage; (B) multiple epidermis; (C) aerenchyma in cortex; (D) vascular bundle; (E) secondary growth stage; (F) stele; (G) cortex, longitudinal section; (H) filiform sclereid [m.ep. = multiple epidermis; c. = cortex; t.c. = tanniferous cell; ac. = aerenchyma; pi. = pith; f.sc. = filiform sclereid; xy. = xylem; ph. = phloem; en. = endodermis]

Prop root

Phellem, the outermost layer of periderm, comprises 7-9 layers of large cells with suberized thick wall and scattered sclereids. The middle are 4-6 layers of flat rectangular small cells of phellogen, and the innermost is 1-2 layers of round-elliptic thin walled phelloderm. Beneath the periderm are 2 layers of hypodermis (Figure 2B), consisted of loosely thin walled cells.

Cortex composes of round-elliptic shaped and variously sized parenchyma with less intercellular spaces (Figure 2C). Packed cells were found close to stele. Abundant tanniferous cells were observed under hypodermis. Sclereids and gelatinous fibers are scattered in cortex. There is a layer of pericycle which consists tanniferous cells.

There are 80-90 vascular bundles in the stele. Pith comprises round-elliptic shaped and variously sized of parenchyma (Figure 2D). Filiform sclereids were commonly found in prop root.

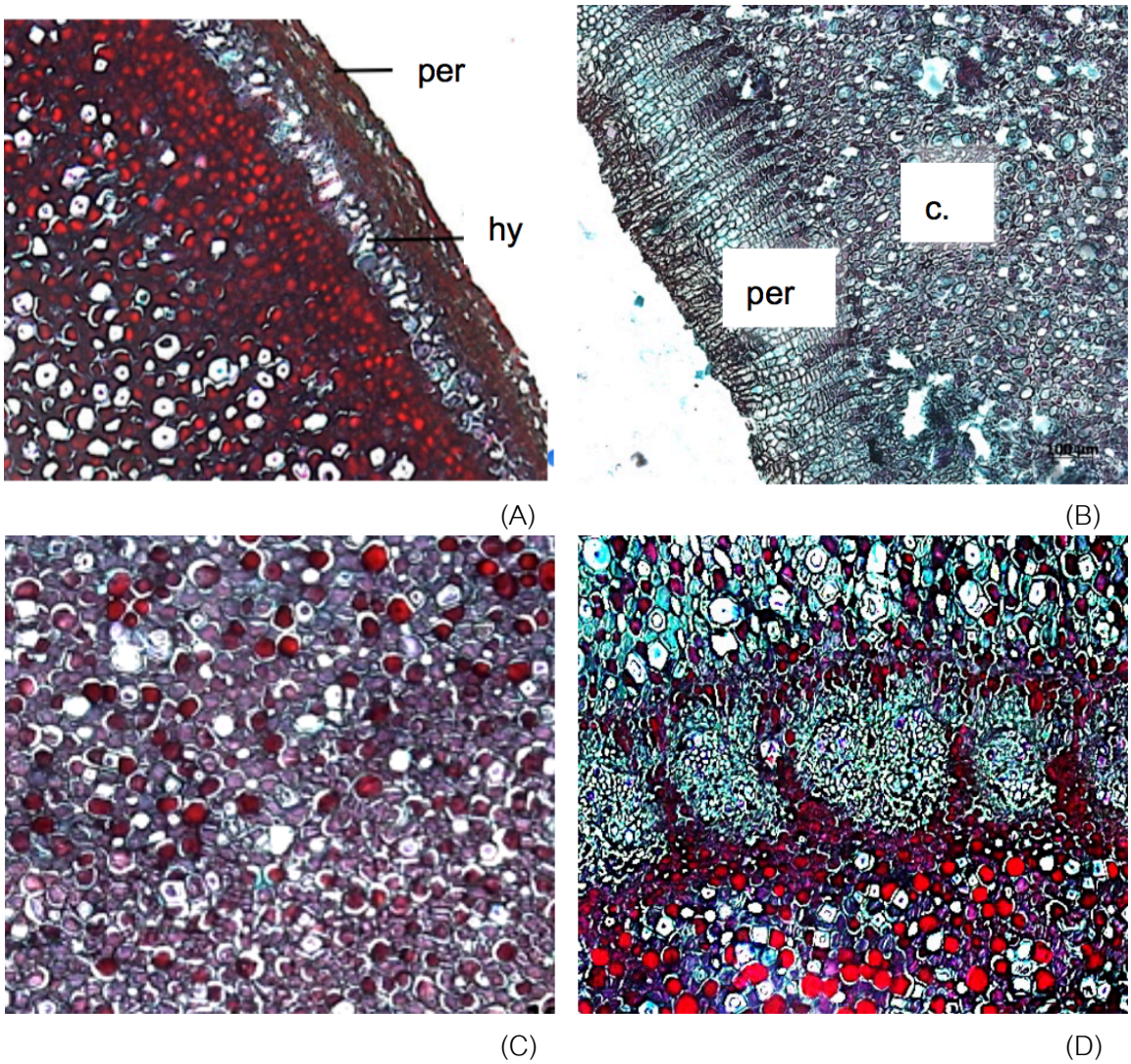


Figure 2 Anatomy of prop root of *Rhizophora apiculata* stained with safranin and fast green: (A) early stage of growth; (B) periderm; (C) cortex; (D) vascular bundle [c. = cortex; hy. = hypodermis; per. = periderm]

DISCUSSION

Rhizophora apiculata grows in a unique ecosystem which requires specific morphological, physiological and anatomical adaptations (Hutchings and Saenger, 1987; Perry *et al*., 2008). In order to survive in these uncompromising environment (Parida and Jha, 2010), the anatomical characters of primary root and prop root of *R. apiculata* show some important adaptations in different ways based on environmental factors, including salinity and oxygen deficiency.

This study found suberized multiple epidermis, which is shown elsewhere to prevent salt or ions in seawater from entering root (Peterson, 1988). Salt ultrafiltration by root is an important mechanism of plant growth, because about 80 % of salt cannot pass through root surface (Hegemayer, 1997). In addition, tannin alleviates damage in root caused by ion excess, salt or hydrogen sulfide toxicities (Kimura and Wada, 198), and also prevents root rot through its microbial inhibition property (Kimura and Wada, 1989). These anatomical characters adapt to cope with hypersaline condition, while some other mangroves, including *Avicennia alba* (Ahmed, 1992; Clough, 1984; Hutchings and Saenger, 1987; Scholander *et al*., 1962), *Limonium latifolium* (Fahn, 1982) and *Tamarix aphylla* (Esau, 1977), use salt-secreting gland to overcome high salinity.

Additionally, root forms aerenchyma and intercellular spaces, which maintain oxygen needed for root respiration, in order to minimize the stress of low oxygen concentrations in a waterlogged environment. In the primary root, cortex contains aerenchyma with numerous intercellular spaces which use for air storage (Metcalfe and Chalk, 1950). Besides, the continuum of aerenchyma creates better gas transportation. Purnobasuki and Suzuki studied in 2005 found that the interconnected aerenchyma support gas transport in pneumatophore of *Avicennia marina* and tight packed cells in outer cortex reduce radial oxygen loss (Armstrong and Beckett, 1987; Justin and Armstrong, 1987; Mcdonald *et al*., 2002). These gas spaces provide a pathway of oxygen movement to root tip and a tight barrier to prevent radial oxygen loss. Together, these spaces enhance longitudinal oxygen diffusion toward the apex (Colmer, 2003). Meanwhile, a number of aerenchyma with loose arrangement give rise to a flimsy root, so filiform sclereids scattering in cortex become supporting root structure. This study also found the anatomical differences between primary root and prop root. In the prop root, cortex comprises of packed parenchyma because prop root is above the ground, resulting in none of oxygen deficiency state.

Endodermis which is non-suberized, large cell allows water to pass freely. On the contrary, the suberized endodermis in other plants restricts flowing of water. Tanniferous cells which surround endodermis and in pericycle outside phloem may act as filtration layer preventing salt and excessed ion diffuse into stele.

REFERENCES

Ahmed, S. I. 1992. Coping with excess salt in their growth environments: osmoregulation and other survival strategies deployed by the mangroves. **Pakistan J. Marine Sci.** 1(1): 73-86.

Armstrong, W. and P. M. Beckett. 1987. Internal aeration and the development of stelar anoxia in submerged roots: A multishelled mathematical model combining axial diffusion of oxygen in the cortex with radial losses to the stele, the wall layers and the rhizosphere. **New Phytologist** 105: 221-245.

Clough, B. F. 1984. Growth and salt balance of the mangroves *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. and *Rhizophora stylosa* Griff. in relation to salinity. **Australian J. Plant Physiology** 11: 419-430.

Colmer, T. D. 2003. Aerenchyma and an inducible barrier to radial oxygen loss facilitate root aeration in upland, paddy and deep-water rice (*Oryza sativa* L.). **Ann. Bot.** 91: 301–309.

Esau, K. 1977. **Anatomy of Seed Plants**, 2^{ed}. John Wiley and Sons, New York.

Fahn, A. 1982. **Plant Anatomy**. Pergamon Press. Oxford, UK.

Hegemeyer, J. 1997. Salt, 173-206. *In*: Prasad, M.N.V. (ed.), **Plant Eco-Physiology**. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Hogarth, P. J. 2001. Mangrove ecosystems. **Encyclopedia of Biodiversity** 3: 853-870.

Hou, D. 1970. Rhizophoraceae, 5-15. *In* Smitinand T., Larsen K. eds. **Flora of Thailand vol. 2 part 1**. Asrct Press, Bangkok.

Hutchings, P. and P. Saenger. 1987. **Ecology of Mangroves**. University of Queensland Press, Australia.

Jagtap, T. G. and V. L. Nagle. 2007. Response and adaptability of mangrove habitats from the Indian subcontinent to changing climate. **Ambio** 36(4): 328-334.

Johansen, D. A. 1940. **Plant Microtechnique**. Mc Graw-Hill, NewYork.

Justin, S. H. and F. W. Armstrong. 1987. The anatomical characteristics of roots and plant response to soil waterlogging. **New Phytologist**. 106: 465-495.

Khan, M. A., I. A. Ungar and A. M. Showalter. 2000. The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. **J. Acid Environments** 45: 73-84.

Kimura, M. and H. Wada. 1989. Tannins in mangove tree roots and their role in the root environment. **Soil Sci. Plant Nutrition** 35(1): 101-108.

Lee, S. Y. 1999. Tropical mangrove ecology: Physical and biotic factors influencing ecosystem structure and function. **Australian J. Ecol.** 24: 355-366.

Mcdonald, M. P., N. W. Calwey and T. D. Colmer. 2002. Similarity and diversity in adventitious root anatomy as related to root aeration among a range of wetland and dryland grass species. **Plant, Cell and Environment** 25, 441-451.

Metcalfe, C. R. and L. Chalk. 1950. **Anatomy of the dicotyledons**. Clarendon press, Oxford.

Paliyavuth, C., B. Clough. and P. Patanaponpaiboon. 2004. Salt uptake and shoot water relations in mangroves. **Aquatic Botany** 78: 349-360.

Parida, A. K. and B. Jha. 2010. Salt tolerance mechanisms in mangroves: a review. **Trees** 24: 199-217.

Perry, C. T., A. Berkeley and S. G. Smithers. 2008. Microfacies characteristics of a tropical, mangrove-fringed shoreline, cleveland Bay, Queensland, Australia: sedimentary and taphonomic controls on mangrove facies development. **J. Sedimentary Res.** 78: 77-97.

Peterson, C. A. 1988. Exodermal casparian bands: there significance for ion uptake by roots. **Physiologia Plantarum** 72: 204–208.

Purnobasuki, H. and M. Suzuki. 2005. Aerenchyma tissue development and gas-pathway structure in root of Avicennia marina (Forsk). Vierh. **J. Plant Res.** 118: 285–294.

Santisuk, T. 1983. Taxonomy and distribution of terrestrial trees and shrubs in the mangrove formations in Thailand. **Nat. Hist. Bull. Siam Soc.** 31(1): 63-91.

Sasekumar, A. and J. J. Loi. 1983. Litter production in three mangrove forest zones in the Malay peninsula. **Aquatic Botany.** 17: 283-290.

Scholander, P. F., H. T. Hammel, E. Hemmingsen and W. Garey. 1962. Salt balance in mangroves. **Plant Physiology.** 37: 722-729.

Twilley, R. R. 2008. Mangrove wetlands. **Encyclopedia of Ecology** 3: 2198-2208.

สาขาสัตว์

Subject: Animals

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



ผลของพรีไบโอติกส์ในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิต ดัชนีชี้วัดความเครียด และระดับภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนโรคนิวคาสเซิล

The Effect of Prebiotics in Broiler Diets on Growth Performance,Stress Index and Newcastle Disease Antibody titers

ชยาทิตย์ กฤตโยภาส[1]ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์[1]เชาว์วิทย์ ระฆังทอง[1]ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ[1]และ วิริยา ลุ้งใหญ่[1*]

Chayatid Kridtayopas[1],Chaiyapoom Bunchasuk[1],Choawit Rakangtong[1],Chaiwat Boonkaewwan[1] and Wiriya Loongyai[1*]

บทคัดย่อ

การทดลองในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของพรีไบโอติกส์ในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิต ดัชนีชี้วัดความเครียด และระดับภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนโรคนิวคาสเซิล ไก่เนื้อเพศผู้สายพันธุ์อาเบอเอเคอร์ อายุ 1 วัน จำนวน 320 ตัวถูกสุ่มจัดแบ่งออกเป็น2กลุ่มการทดลองดังนี้ 1) กลุ่มการทดลองที่ได้รับอาหารควบคุมและ 2) กลุ่มการทดลองที่ได้รับอาหารควบคุมเสริมพรีไบโอติกส์ชนิดแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ผลการทดลองพบว่าการเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารส่งผลให้ไก่เนื้อมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณการกินได้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลกับลิมโฟซัยต์ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามไก่เนื้อที่ได้รับอาหารควบคุมมีระดับภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนโรคนิวคาสเซิลที่สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งระดับภูมิคุ้มกันเฉลี่ยในไก่เนื้อที่ดีจะมีค่าอยู่ในช่วง 2-4 ดังนั้นการเสริมพรีไบโอติกส์ชนิดแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่เนื้อส่งผลให้ไก่เนื้อมีระดับภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนโรคนิวคาสเซิลที่ดีขึ้น

ABSTRACT

This experiment was conducted to study the effect of prebiotics in broiler diets on growth performance, stress index and Newcastle disease titers. 320 day old Abor acres male broilers and randomly broiler divided into 2 treatments; 1) broiler fed basal diet and 2) broiler fed basal diet +0.1% mannanoligosaccharide (MOS). The results showed that broilers fed with basal diet +0.1% MOS had no significant effect on body weight gain, feed intake feed conversion ratio and heterophil:lymphocyte ratio compared tocontrol group. However, broiler fed basal diets showed a significant rise in the level of Newcastle disease antibody titers (ND titers) compared tobroiler fed basal diet +0.1% MOS($P<0.05$). The normal level of ND titers should be in range 2-4. Therefore, broiler fed with basal diets +0.1%MOS are likely to improve immune response in this study.

Key Words: prebiotics, growth performance, stress index, Newcastle disease, broiler

*Corresponding author; e-mail address: agrwrl@ku.ac.th

[1]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

บทนำ

การใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารสัตว์นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้สัตว์มีสมรรถนะการผลิตที่ดีขึ้น (Midilli*et al*., 2008) แต่อย่างไรก็ตามผลกระทบที่ตามมาจากการใช้ยาปฏิชีวนะที่เพิ่มขึ้นนั้นคือการดื้อยาของจุลินทรีย์ทำให้ในปี ค.ศ. 2006 สหภาพยุโรปและรัฐบาลหลายประเทศมีนโยบายในการงดใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารสัตว์ (Huges and Heritage, 2004)

ปัจจุบันการใช้สารเสริมในอาหารสัตว์ (Feed additive) เป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างหนึ่งเนื่องจากสารบางชนิดมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับยาปฏิชีวนะ คือช่วยในการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร และกระตุ้นการตอบสนองภูมิคุ้มกันของสัตว์ แต่ไม่เกิดการตกค้างหรือทำให้เกิดการดื้อของจุลินทรีย์เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น พรีไบโอติกส์(Prebiotic) ซึ่ง Gaggia*et al*. (2011) ได้ให้คำนิยามของพรีไบโอติกส์หมายถึงวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ไม่สามารถย่อยได้ (non digestible) ในระบบทางเดินอาหารส่วนบนแต่สามารถใช้ประโยชน์ในการเลือกกระตุ้นการเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร (Gibson, 2004) จากการศึกษาของKim *et al*. (2011) และ Hosseini *et al*. (2016) พบว่าการเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ (Mannanoligosaccharide; MOS) ซึ่งเป็นพรีไบโอติกส์ส่งผลให้ไก่เนื้อมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าไก่เนื้อในกลุ่มที่ได้รับยาปฏิชีวนะอีกทั้งแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ยังมีหน้าที่ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อซึ่งงานวิจัยของSadeghi*et al*. (2013) ได้ทำการเสริมพรีไบโอติกส์ในอาหารไก่เนื้อส่งผลให้ไก่เนื้อมีความสามารถในสร้างแอนติบอดีที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ไก่เนื้อเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อไวรัสนิวคาสเซิลได้เพิ่มมากขึ้น

การทดลองในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ต่อสมรรถนะการผลิต ดัชนีชี้วัดความเครียด และระดับภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนโรคนิวคาสเซิลในไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาวะที่ก่อให้เกิดความเครียดเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเชิงอุตสาหกรรมที่มีคุณภาพอันนำไปสู่การผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

การทดลองในครั้งนี้ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า Abor acres เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 320ตัว ทำการสุ่มไก่เนื้อจำนวน 32 ตัวต่อหน่วยทดลองโดยไก่เนื้อได้รับวัคซีนป้องกันโรคจากโรงฟัก และในวันที่ 7 ของการทดลองได้ทำวัคซีนนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบ

แผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2กลุ่มการทดลอง กลุ่มการทดลองละ 5 ซ้ำ รวมทั้งสิ้น 10 คอก ดังนี้

กลุ่มการทดลองที่ 1ไก่เนื้อเพศผู้ได้รับอาหารควบคุม

กลุ่มการทดลองที่ 2ไก่เนื้อเพศผู้ได้รับอาหารควบคุมเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์(MOS) 0.1 เปอร์เซ็นต์

อาหารทดลองและโรงเรือน

อาหารที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นอาหารไก่เนื้อเชิงการค้าที่มีคุณค่าทางโภชนะตามความต้องการของสายพันธุ์ไก่เนื้อ โดยไก่เนื้อได้รับน้ำสะอาดและอาหารทดลองอย่างเต็มที่ (*Ad libitum*)เป็นเวลา 35 วันการทดลองนี้มีการจัดการเลี้ยงไก่เนื้อพื้นที่ 2 ตารางเมตร ภายในโรงเรือนระบบปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและการจัดการแสงที่เหมาะสม

วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล

วันที่ 35 ของการทดลองทำการชั่งน้ำหนักไก่เนื้อและอาหารในแต่ละกลุ่มการทดลอง เพื่อนำมาคำนวณสมรรถนะการผลิตจากนั้นทำการสุ่มไก่เนื้อหน่วยทดลองละ 2 ตัวเพื่อทำการเก็บเลือดไปวิเคราะห์หาปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล (Heterophil) และลิมโฟซัยต์(Lymphocyte) เพื่อนำไปคำนวณดัชนีชี้วัดความเครียด และเก็บตัวอย่างซีรัมไปตรวจหาค่าระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคาสเซิลในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธี Haemagglutination Inhibition Test

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟซัยต์ อัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟซัยต์ และระดับของภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคาสเซิล ที่ได้มาวิเคราะห์T-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1996)

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาพบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ส่งผลให้มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณการกินได้ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมดังแสดงใน Table 1ในส่วนดัชนีบ่งชี้ความเครียด พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์มีปริมาณของเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล ลิมโฟซัยต์ และอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวทั้ง 2 ชนิด ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ดังแสดงใน Table 2

Table 1 Effect of MOS in broiler diets on growth performance (0-35 day)

Treatments	Body weight gain (g)	Feed intake (g/bird)	FCR
Control	2347.35±55.70	3481.91±106.26	1.48±0.04
MOS	2316.12±100.51	3311.63±147.12	1.43±0.02
P-value	0.5602	0.0692	0.0311

Table 2 Effect of MOS in broiler diets on Stress index

Treatments	Heterophil (10^3/ul)	Lymphocyte (10^3/ul)	H/L ratio[1]
Control	2.14±0.11	5.23±0.81	0.42±0.07
MOS	2.16±0.08	6.76±1.37	0.33±0.05
P-value	0.6674	0.0623	0.0622

Note: [1]Heterophil/Lymphocyte ratio

การทดลองในครั้งนี้ได้ทำการวัดระดับของภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนนิวคาสเซิลในวันสุดท้ายของการทดลอง เนื่องจากโรคนิวคาสเซิลเป็นโรคที่รุนแรงและสามารถระบาดได้ในไก่เนื้อ ดังนั้นการตรวจวัดระดับของภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนนิวคาสเซิลเพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความแข็งแรงของตัวสัตว์ โดยระดับภูมิคุ้มกันเฉลี่ยในไก่เนื้อที่ดีจะมีค่าอยู่ในช่วง 2-4(Sadeghi*et al.*, 2013)ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์พบว่ามีระดับของภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนนิวคาสเซิลแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Effect of MOS in broiler diets on Newcastle disease titers

Treatments	Newcastle disease antibody titers
Control	4.80±0.27
MOS	3.60±1.02
P-value	0.0353

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ลงในอาหารไก่เนื้อในงานวิจัยในครั้งนี้ พบว่าในกลุ่มที่มีการเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น(BWG)ปริมาณการกินได้(FI) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว(FCR) ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการทดลองข้างต้นมีความสอดคล้องกับ Kim*et al.* (2011)โดยพบว่าการเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ และฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารไก่เนื้อ ส่งผลให้ไก่เนื้อมีปริมาณการกินได้ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณของเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิลและลิมโฟซัยต์ซึ่งเป็นดัชนีในการชี้วัดความเครียดพบว่าในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยผลการทดลองข้างต้นมีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยของ Taheri *et al.* (2014) ที่ได้ทำการเสริมพรีไบโอติกส์ลงในอาหารไก่เนื้อพบว่าในทุกกลุ่มการทดลองมีดัชนีชี้วัดความเครียดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

อีกทั้งไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ยังมีระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคาสเซิลแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับการทดลองของSadeghi*et al.* (2013) ที่ได้ทำการเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์และเบต้ากลูแคนในอาหารไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้สภาวะที่ก่อให้เกิด

ความเครียด พบว่าไก่เนื้อในกลุ่มการทดลองดังกล่าวมีระดับภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนโรคนิวคาสเซิลสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งพรีไบโอติกส์มีความสำคัญอย่างมากในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในลำไส้เล็ก (intestinal immune system) ส่งผลให้ไก่เนื้อมีความสามารถในสร้างแอนติบอดีที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ไก่เนื้อเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อไวรัสนิวคาสเซิลได้เพิ่มมากขึ้น(Sadeghi*et al*., 2013)

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเสริมพรีไบโอติกส์ในอาหารไก่เนื้อ สามารถสรุปได้ว่าการเสริมพรีไบโอติกส์ชนิดแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ไก่เนื้อมีระดับภูมิคุ้มกันต่อวัคซีนโรคนิวคาสเซิลที่ดีขึ้น แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราส่วนเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลกับลิมโฟซัยต์

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย ขอขอบคุณ บริษัท นิวโวเทค จำกัด ในการสนับสนุนเงินทุนวิจัยในครั้งนี้และขอขอบคุณนิสิตช่วยวิจัย 2 ท่าน คือ นางสาวรุจิราพรรณ เย็นใจ และนางสาวอรญาฎา อุตตะมัง

เอกสารอ้างอิง

Gaggia, F., D. Di Gioia, L. Baffoni and B. Biavati. 2011. The role of protective and probiotic cultures in food and feed and their impact in food safety. **Trends in food science & technology**. 22: S58-S66.

Gibson, G. 2004. From probiotics to prebiotics and a healthy digestive system. **Journal of food science**. 69 (5): M141-M143.

Hossein, A., Ghasemi. N. Kasani and K. Taherpour. Effects of black cumin seed (*Nigella sativa* L.), a probiotic, a prebiotic and a symbiotic on growth performance, immune response and blood characteristics of male broilers. Livestock Science. 164: 128-134.

Hughes, P. and J. Heritage. 2004. Antibiotic growth-promoters in food animals. **FAO Animal Production and Health Paper**: 129-152.

Kim, G.B., Y.M. Seo, C.H. Kim and I.K. Paik. 2011. Effect of dietary prebiotic supplementation on the performance, intestinal microflora, and immune respons. **Poutry Science**. 90: 75-82.

Midilli, M., M. Alp, N. Kocabach, O. Muglah, N. Turan, H. Yilmaz and S. Çakir. 2008. Effects of dietary probiotic and prebiotic supplementation on growth performance and serum IgG concentration of broilers. **South African Journal of Animal Science**. 38 (1): 21-27.

Sadeghi, A.A., A. Mohamadi, P. Shawrang and M. Aminafshar. 2013. Immune responses to dietary inclusion of prebiotic-based mannan-oligosaccharide and β-glucan in broiler chicks challenged with *Salmonella enteritidis*. **Turk Vet Anim Sci.** 37: 206-213.

SAS. 1996. SAS Procedures Guide, Release 6.3 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. 441.

Taheri, H.R., M. Kokabi, M. Kakebaveh and T. Harakinezhad. Growth performance and immune response of broiler chickens fed diets supplemented with probiotic and (or) prebiotic preparations. 2014. **Journal of Livestock Science and Technology**. 2(2): 1-8.

การปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรสเพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Improving rice straw quality by treated with monosodium glutamate by-product for use as roughage source in ruminant diets.

สิทธิศักดิ์ คงสินธุ์[1] สมเกียรติ ประสานพานิช[1] และพงศ์ธร คงมั่น[1*]

Sittisak Kongsin[1], Somkiert Prasanpanich[1] and Phongthorn Kongmun[1*]

บทคัดย่อ

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 Factorialin CRD ปัจจัย A ระดับของฟางข้าวต่อน้ำกากผงชูรส(1:1, 1:1.5, 1:2) ปัจจัย B ระยะเวลาในการหมัก (0, 7 และ 14วัน) ใช้ฟางข้าวหมักยูเรีย 4% เป็นกลุ่มควบคุมพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ($P<0.001$)ขณะที่ปริมาณโปรตีนรวมสามารถมีค่าสูงสุดถึง**42%**แต่มีปริมาณของเซลลูโลสลดลงเมื่อทำการเพิ่มสัดส่วนของฟางข้าวต่อน้ำกากผงชูรส อีกทั้งการย่อยได้ของวัตถุแห้งในกลุ่มของฟางข้าวหมักกับน้ำกากผงชูรสที่สัดส่วน **1:2** โดยวิธี***In sacco***มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อทำการบ่มถึงชั่วโมงที่ **72** พบว่าฟางข้าวหมักที่ **7** และ **14** วันมีแนวโน้มการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มควบคุม($P=0.016$)ดังนั้นน้ำกากผงชูรสสามารถปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวได้โดยทำให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนรวมและเพิ่มการย่อยได้เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ฟางข้าวหมักร่วมกับยูเรีย **4%**

ABSTRACT

Experimental (units) design were randomly assigned in (3 x 3) factorial arrangement in completed randomized design. Factor A was ratio of rice straw (RS) to monosodium glutamate by-product (MSGB) (1:1, 1:1.5, and 1:2) andfactor B was fermentation times (0, 7 and 14 days). And a control was 4 % urea treated in rice straw (UTR) at 14 days. It was found that chemical compositions of control and treatments were significantly different ($P<0.001$) due to the effect of RS:MSGBratio was except percentage of hemicellulose. Crude protein content were increased when high ratio of RS:MSGB. In addition, crude protein content was increased up to 42 % dry matter basis. Cellulose contents were decreased when increased ratio of RS:MSGB. Moreover, *Insacco* techniquehad dry matter digestibility of treatments 1:2 ratio were higher ($P<0.001$) than control. At 72 hours incubation, *In sacco* dry matter digestibility in 7 and 14 days had tended to be higher ($P=0.016$) than no fermentation (0 day). Under this study could be concluded that MSGB can improve qualities of rice straw in terms of increase crude protein content and increase digestibility when compare with 4% urea treated rice straw.

Keywords: Monosodium Glutamate by-Product, Rice Straw, Roughage, Digestibility, Ruminant

* Corresponding author; e-mail address: fagrptk@ku.ac.th

[1]ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

[1]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

คำนำ

ฟางข้าวเป็นผลิตผลพลอยได้ทางการเกษตร ที่มีปริมาณมากในประเทศไทย และถูกนำมาแปรรูปไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ในทางการเกษตร สำหรับในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ที่ขาดแคลนแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดี และยังเป็นแหล่งอาหารหยาบที่สามารถเก็บไว้ใช้ได้ในฤดูแล้งเป็นต้น การใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบมีข้อจำกัดเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารที่น้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับโปรตีนประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์จึงมีกระบวนปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวให้มีคุณภาพที่สูงขึ้น ทั้งการเพิ่มระดับโปรตีน และการเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ให้สูงขึ้น กันอย่างแพร่หลายทั้งในอดีตและปัจจุบันเช่น การทำฟางหมักยูเรียที่ระดับความเข้มข้น 4-6เปอร์เซ็นต์ ฟางหมักโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) **1**-5เปอร์เซ็นต์ (Wanapat*et al.,* 1985) และการหมักฟางข้าวด้วยเชื้อรา *Orpinomyces*,*Neocallimastix*และ *Piromyces* (Lee. *et al.,* 2014).เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีผลพลอยได้จากภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ที่สามารถนำมาปรับปรุงสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น ผลพลอยได้จากโรงงานผลิตผงชูรส เรียกผลพลอยได้ที่เหลือจากกระบวนการผลิตนี้ว่า น้ำกากผงชูรส โดยมีองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนหยาบ29.31% วัตถุแห้ง 63.38% ความชื้น 37.7%ไขมัน 0.33% เถ้า 2.90% และกรดกลูตาเมท 3.08% (Padunglerk et al., 2016) ซึ่งเริ่มแรกมีการนำน้ำกากผงชูรสใช้เป็นปุ๋ยในนาข้าวเนื่องจากมีระดับไนโตรเจนสูง ต่อมาได้ใช้เป็นส่วนผสมของอาหารเลี้ยงไก่เนื้อ ไก่ไข่ สุกรรุ่นและสุกรขุน ต่อมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จากการศึกษาใช้น้ำกากผงชูรสผสมกากน้ำตาลทดแทนอาหารข้นในโคสาวลูกผสมโฮสไตน์ฟรีเชี่ยน สามารถใช้ได้ถึงระดับ 37.5% โดยไม่มีผลต่อการให้ผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตของโคสาว (อรวิมล และคณะ, 2555) นอกจากนั้นการใช้น้ำกากผงชูรสที่ 24 และ 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณการกินได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตและพบว่าการใช้ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด (มธุรส, 2552) และการใช้น้ำกากผงชูรสทดแทนกากถั่วเหลือง เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารโครยะให้นม ที่ระดับ 0 20 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ปริมาณและองค์ประกอบน้ำนม กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าการใช้น้ำกากผงชูรสทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เพิ่มผลกำไรสุทธิจากผลผลิตน้ำนมได้ดีที่สุด และการใช้น้ำกากผงชูรสทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ทำให้ลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 2.9 - 17.3 เปอร์เซ็นต์ และมีกำไรที่เพิ่มขึ้นจากผลผลิตน้ำนมได้ถึง 33.3 เปอร์เซ็นต์ (Padunglerk*et al.,* 2016)จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถใช้น้ำกากผงชูรสได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตและตัวสัตว์ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ได้

ดังนั้น การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากน้ำกากผงชูรสหมักร่วมกับฟางข้าวเพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีโปรตีนสูงในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง และใช้เป็นอาหารสัตว์ทางเลือกสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนในการผลิตอาหารหยาบและเป็นแนวทางการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกในการเพิ่มผลผลิตสัตว์ในสัดส่วนที่เหมาะสม ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์ และสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1การศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวหมักร่วมกับน้ำกากผงชูรสในระดับที่แตกต่างกัน

การทดลองการหมักฟางข้าวร่วมกับน้ำกากผงชูรสที่มีระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของฟางข้าวต่อน้ำกากผงชูรสในอัตราส่วนดังนี้ 1:11:1.5 และ 1:2 กรัมตามลำดับและทำการหมักในระยะเวลาที่แตกต่างกันที่07 และ 14 วัน โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ฟางข้าวหมักกับยูเรีย 4เปอร์เซ็นนาน 14 วัน ภายใต้อุณหภูมิห้องและอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน ซึ่งมีวิธีการดังนี้ทำการชั่งฟางข้าวและน้ำกากผงชูรส ตามสัดส่วนลงในถุงพลาสติกคลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน(บรรจุ 300 กรัมต่อถุง) ไล่อากาศในถุงออกให้มากที่สุด หลังจากนั้นทำการมัดปากถุงให้แน่น นำตัวอย่างไปเก็บอยู่ภายใต้อุณหภูมิห้องไม่มีแสงแดด เมื่อครบกำหนด 7 และ 14 วันตัวอย่างถูกนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและบด เพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและโภชนะของอาหารดังนี้วัตถุแห้ง (DM) อินทรียวัตถุ (OM) และโปรตีนหยาบ (CP) เถ้า (Ash)โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (1997) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (NDF)เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกละลายที่เป็นกรด (ADF)ลิกนิน (ADL) ตามวิธีของ Van Soest*et al*. (1994)หลังจากนั้นนำค่าการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การทดลองที่ 2การศึกษาผลของฟางข้าวหมักร่วมกับน้ำกากผงชูรสต่อความสามารถในการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี *In sacco*technique

การทดลองนำฟางข้าวที่หมักร่วมกับน้ำกากผงชูรสในสัดส่วน 1:2 จาก 3 ระยะเวลาการหมักคือ 0 7 และ 14 วัน มาศึกษาร่วมกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ฟางข้าวหมักกับยูเรีย 4เปอร์เซ็นนาน 14 วัน นำมาศึกษาความสามารถในการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนโดยวิธี *In sacco*โดยการชั่งและบรรจุตัวอย่างปริมาณ 0.5 กรัม ลงในถุงไนลอนที่มีรูขนาด 25 นาโนเมตร (ANKOM Technology Corp) เพื่อนำไปบ่มในกระเพาะรูเมนของกระเบือเพศเมียเจาะกระเพาะจำนวน 2 ตัวตัวละ 6ซ้ำ เพื่อศึกษาความสามารถในการย่อยได้ของตัวอย่างทั้ง 4 ชนิด ในระยะเวลา 024 48 และ 72 ชั่วโมงตามลำดับ ตัวอย่างที่นำออกมาจะถูกนำมาล้างและอบเพื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (DM) AOAC (1997)เพื่อคำนวณความสามารถในการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน นำค่าการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการทดลองมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติโดย General Linear Model (GLM) จากโปรแกรมสำเร็จรูป SASV 9.0(SAS, 1990)เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์ด้วยวิธี Orthogonal contrast (การทดลองที่ 1) Ducan's New Multiple Range Test (การทดลองที่ 2) ตามวิธีของ Steel and Torrie (1980)

ผลการทดลอง

Table 1. Chemical compositions of UTR and MSGB treated rice straw in several of fermentation time (DM basis).

Items		DM	OM	CP	Hemicellulose	Cellulose
UTR		44.3[f]	85.3	9.6	22.8[a]	39.3
RS:MSGB	0 day	62.1[a]	86.5	26.4	18.0[bc]	29.1
(1:1)	7 days	64.2[a]	85.6	26.4	18.2[b]	28.1
	14 days	59.4[b]	87.0	28.8	17.2[bcd]	29.0
RS:MSGB	0 day	58.1[b]	86.7	33.2	16.0[d]	26.4
(1:1.5)	7 days	57.7[bc]	86.3	33.3	15.6[d]	26.7
	14 days	55.6[cd]	86.9	34.4	16.4[cd]	24.7
RS:MSGB	0 day	57.5[bc]	87.3	37.9	13.5[e]	23.9
(1:2)	7 days	55.2[d]	90.7	42.2	13.6[e]	23.0
	14 days	52.3[e]	87.4	39.8	12.1[e]	23.0
P-value	Ratio	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
	Day	<.001	0.650	0.062	0.186	0.266
	Interaction	0.009	0.157	0.314	0.042	0.441
	UTR vs others	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
SEM		0.990	0.311	1.559	0.550	0.880

[a-f] Values on the same column with different superscripts differed (P <0.05)

UTR = 4% Urea treated rice straw for 14 days, MSGB = Monosodium glutamate by-product, RS = Rice straw, SEM = standard error of the means, DM = Dry matter, OM = OM = Organic matter, CP = Crude protein

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวหมักร่วมกับน้ำกากผงชูรส

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวหมักร่วมกับกากน้ำผงชูรส แต่ละระดับและระยะเวลาในการหมักที่แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม (ฟางหมักยูเรีย 4 %) กับกลุ่มอื่น ๆ องค์ประกอบทางเคมีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001) กลุ่มควบคุมมีสัดส่วนของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และ โปรตีนหยาบ น้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสัดส่วนของเฮมิเซลลูโลส และ เซลลูโลสมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี พบว่าสัดส่วนของฟางข้าวต่อน้ำกากผงชูรส (RS : MSGB) มีผลต่ออินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ และเซลลูโลส เมื่อเพิ่มระดับของน้ำกากผงชูรสเพิ่มขึ้นทำให้สัดส่วนของอินทรียวัตถุ และ โปรตีนหยาบ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ นอกจากนี้ สัดส่วนของเซลลูโลสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับระยะเวลาของการหมักจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี อย่างไรก็ตามพบว่าสัดส่วนของเฮมิเซลลูโลสพบว่ากลุ่มที่มีสัดส่วน (1:2) พบสัดส่วนของเฮมิเซลลูโลสน้อยที่สุด

การศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวหมักร่วมกับกากน้ำผงชูรสในกระเพาะรูเมนโดยวิธี *In sacco*

จากการศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวหมักร่วมกับกากน้ำผงชูรสในสัดส่วน (1:2) แต่ละระยะการหมักในกระเพาะรูเมนโดยวิธี *In sacco*เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ฟางหมักยูเรีย 4%) แสดงดังตารางที่ 2 พบว่ากลุ่มที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสมีความสามารถในการย่อยได้ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ถึง 72 ของกระบวนการหมัก ($P<0.001$) และเมื่อพิจารณาในกลุ่มที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสพบว่าการหมักในระยะเวลา 7 และ 14 วัน มีผลทำให้ความสามารถในการย่อยได้ ณ ชั่วโมงที่ 72 สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้หมัก (0 วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.036$)

Table 2.*In sacco* dry matter digestibility of UTR and MSGB treated rice straw at 0, 7 and 14 days in buffalo heifer

Items	UTR	RS:MSGB (1:2)			UTR vs	0 vs	7 vs 14	SEM
		0 day	7 day	14 day	Others	7, 14		
In sacco DM digestibility, (%)								
0 hr	14.4^{c}	45.4^{b}	47.8^{a}	45.3^{b}	<0.001	0.173	0.016	2.894
24 hr	29.7^{b}	52.3^{a}	54.5^{a}	52.3^{a}	<0.001	0.289	0.094	2.159
48 hr	43.0^{b}	59.8^{a}	60.7^{a}	61.4^{a}	<0.001	0.327	0.800	1.686
72 hr	47.3^{c}	60.9^{b}	64.6^{a}	63.6^{ab}	<0.001	0.036	0.551	1.555

^{a,b,c} Values on the same column with different superscripts differed ($P<0.05$)

UTR = 4% Urea treated rice straw for 14 days, MSGB = Monosodium glutamate by-product, RS = Rice straw, SEM = standard error of the means

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวหมักร่วมกับน้ำกากผงชูรส แต่ละระดับและระยะเวลาในการหมัก พบว่าระดับโปรตีนหยาบ(CP) และ อินทรียวัตถุ (OM) ของฟางข้าวหมักมีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของน้ำกากผงชูรสและผลของ Cellulose มีค่าลดลง แต่ระยะเวลาไม่ส่งผลต่อการหมักSundstol and Coxworth(1984) ได้รายงานว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสทำปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในการหมักระหว่างน้ำกากผงชูรสกับลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose) ส่งผลให้เกิดการบวมพอง (swelling) ของเส้นใยและทำให้แรงยึดของพันธะลิกนินกับเซลลูโลส (lignocellulose bonding) น้อยลงจึงเปิดโอกาสให้จุลินทรีย์หรือน้ำย่อยเข้าไปย่อยผนังเซลล์ได้มากขึ้นนอกจากนี้ Lee *et al.* (2014) รายงานว่าการปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวทำ

ให้การใช้ประโยชน์ของเซลลูโลสมีประสิทธิภาพสูงโดยในการทดลองนี้พบว่าระยะเวลาในการย่อยได้ที่ 0 24 48 และ 72 ชั่วโมง มีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของฟางข้าวที่หมักร่วมกับน้ำกากผงชูรส สูงกว่าฟางข้าวหมักยูเรีย (กลุ่มควบคุม) ซึ่งการหมักฟางข้าวทำให้การย่อยสลายลิกนิน และคุณค่าทางโภชนของฟางข้าวสูงขึ้น (Tuyen*et al*., 2012) การหมักยังส่งผลให้การย่อยสลายที่ดีขึ้นของโปรตีน และเพิ่มแบคทีเรียที่ช่วยย่อยเซลลูโลส (Bureenok*et al*.,2011)ซึ่งน้ำกากผงชูรสมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวต่อการย่อยได้ของไนโตรเจนและการหมักในกระเพาะรูเมน

สรุป

การทดลองพบว่าสามารถใช้น้ำกากผงชูรสหมักร่วมกับฟางข้าว สามารถปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวให้มีโปรตีนสูงขึ้น และเพิ่มการย่อยได้ เมื่อเทียบกับฟางข้าวหมักยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

มธุรส อรังศรี. 2552. **ผลการใช้กากน้ำชูรสและกากน้ำนมถั่วเหลืองหมักต่อประสิทธิภาพการผลิตในโคนมรุ่นเพศผู้และเพศเมีย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อรวิมล แก้วเกลี้ยง, เสาร์ ศิวิชัย, พงศ์ธร คงมั่น และ สมเกียรติ ประสานพานิช. 2555. การใช้น้ำกากงชูรสผสมกากน้ำตาลทดแทนอาหารข้นต่อการเจริญเติบโต ค่านิเวศวิทยา และประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนในโคสาวลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน, น 92-99. *ใน***งานประชุมวิชาการของมหาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50 (สาขาสัตว์, สาขาสัตวแพทยศาสตร์และสาขาประมง)**.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 1997. Official methods of analysis, pp. *In* 13th ed. **Association of official analyticalChemists.** Washington, D.C., U.S.A.

Bureenok, S., W. Suksombat and Y. Kawamoto. 2011. Effects of the fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria (FJLB) and molasses on digestibility and rumen fermentation characteristics of ruzigrass (Brachiariaruziziensis) silages. **Livest Sci.** 138: 266-271.

Lee, S., L. Guan, J. S. Eun, C. H. Kim, S. Lee, E. Kim and S. Lee. 2014. The effect of anaerobic fungal inoculation on the fermentation characteristics of rice straw silages. **J ApplMicrobiol.** 118 (3): 565-573.

Padunglerk, A., S. Prasanpanich and P. Kongmun. 2016. Use of monosodium glutamate by-product in cow diet on performance of lactating dairy cows. **J. Anim. Sci**. doi: 10.1111/asj.12572

SAS. 1990. **SAS/STATTM User's Guide (Release 6.03).** SAS Inst., Inc. Cary, NC.

Steel, R. G. D., and J. T. Torrie. 1980. **Principles and Procedures of Statistics**. New York : Mc Graw-Hill Book Co.

Sundstol, F. and E.M. Coxworth. 1984. Ammonia Treatment. *In***Straw and Other Fibrous By- Products asFeed**. Pp. 196-247 Sundstol F., and Owen E. eds. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, The Netherlands.

Tuyen Van Dinh., J.W. Cone., J.J.P. Baars., A.S.M. Sonnenberg and W.H. Hendriks. 2012. Fungal strain and incubation period affect chemical composition and nutrient availability of wheat straw for rumen fermentation. **Bioresource Technology**. 111: 336-342.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1994. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Non starch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **J. Dairy Sci**. 74: 3583-3597.

Wanapat, M., and A. ToparkNgarm. 1985. Voluntary intake and digestibility of two selected tropical grasses by swamp buffaloes. **Proceedings of the XV International Grassland Congress**, August 24 31, 1985, Kyoto, Japan. 959 960

ผลของกากมันสำปะหลังผสมน้ำกากผงชูรส (CPMSG) เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้นในแพะ

Effect of cassava pulp mixed monosodium glutamate by-product (CPMSG) as protein source in goat concentratesdiet

พุทธินันท์ รักบุญ[1], สมเกียรติ ประสานพานิช[1]และพงศ์ธร คงมั่น[1*]

Puttinan Rukboon[1], Somkiert Prasanpanich[1] and Phongthorn Kongmun[1*]

บทคัดย่อ

แพะเพศผู้สายพันธุ์บอร์ลูกผสม จำนวน 12 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยที่ 12.76± 2.02 กิโลกรัม ทำการสุ่มแพะออกเป็น 3 กลุ่มตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และได้รับอาหารข้นที่แตกต่างกันดังนี้ ไม่มีการใช้ CPMSG (กลุ่มควบคุม) CPMSG ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ในสูตรอาหารตามลำดับและได้รับหญ้าแพงโกล่าแบบเต็มที่ ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนมีความแตกต่างกันทางสถิติและพบว่ากลุ่มที่ได้รับ CPMSG 15% มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกลุ่มที่ได้รับ CPMSG 15% มีค่าสูงที่สุด ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกลุ่มที่ได้รับ CPMSG 15% มีค่าสูงที่สุด ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมดของกลุ่มที่ได้รับ CPMSG (10 และ 15%) มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนไม่พบความแตกต่าง จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า สามารถใช้ CPMSG ในระดับ 15% ในสูตรอาหารข้น โดยสามารถเพิ่มปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีน ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด และ ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

ABSTRACT

Twelve male Crossbred Boer goats averaging 12.76 ± 2.02 kg of BW were selected and randomly assigned to 3 dietary treatments randomly assigned according to completely randomize design. The treatments were as follows: concentrate diets with no CPMSG (control); concentrate diets withCPMSG 10% and 15%. Pangola hay was offered *ad libitum*. It was found that BW gain and ADG were significantly different among treatments. While the CPMSG 15% had significantly higher CPdigestibility than other treatments. On daily average of ruminal ammonia nitrogen concentration in CPMSG 15% treatment had shown the highest. Total VFA concentrations in CPMSG treatments (10 and 15%) were significantly higher than control treatment.Ruminal microorganism populations were not different. Based on this experiment, it could be concluded that use CPMSG 15% as aprotein source could increase feed intake, CP digestibility, total VFAconcentrations and growth performance.

Keywords: Monosodium glutamate by-product, cassava pulp, rumen fermentation, goat

* Corresponding author; e-mail address: fagrptk@ku.ac.th

[1]ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

[1]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

คำนำ

ปัจจุบันการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในปัจจุบันมีความหลากหลายมากขึ้น และวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาสูง ประกอบกับในบางช่วงมักเกิดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบอาหารสัตว์ ส่งผลให้วัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาแพง ดังนั้นการนำเอาผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเกษตรเข้ามาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ โดยกากมันสำปะหลังที่ได้จากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง มีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาเป็นแหล่งพลังงานได้ เนื่องจากมีค่าพลังงานสูงถึง 3,027 กิโลแคลลอรี่/กก. สัตว์สามารถย่อย และดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ถึง 65-80 เปอร์เซ็นต์ (สมเจต, 2530) อีกทั้งกากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบที่มีราคาถูกแต่มีโปรตีนต่ำประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้สัตว์ได้รับโปรตีนและพลังงานเพียงพอ การผสมกากมันสำปะหลังกับวัตถุดิบโปรตีนอื่น ๆ เช่น น้ำกากผงชูรสในอัตราที่เหมาะสมสามารถช่วยให้กากมันสำปะหลังมีระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้น โดยการใช้น้ำกากผงชูรสสำหรับเป็นแหล่งโปรตีนอาหารสัตว์นั้นได้มีการศึกษามาอย่างต่อเนื่อง เช่น การศึกษาของอรวิมล และ คณะ (2555) พบว่าสามารถใช้น้ำกากผงชูรสทดแทนอาหารข้นได้ถึง 37.5% และ Padunglerk*et al.* (2015) พบว่าการใช้น้ำกากผงชูรสทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับ 60 % สามารถลดค่าใช้จ่ายต้นทุนอาหารลง 2.9-17.3 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มกำไรจากการผลิตน้ำนมได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของสัตว์ อย่างไรก็ตามการใช้น้ำกากผงชูรสในรูปแบบของเหลวผสมในสูตรอาหารข้นมีข้อจำกัดเรื่องความชื้น จึงจำเป็นต้องพัฒนาการโดยการลดความชื้นเพื่อให้นำไปใช้ได้ง่ายขึ้นเช่นการผสมร่วมกับกากมันสำปะหลังและการตากแห้งเป็นต้น

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ การปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังร่วมกับน้ำกากผงชูรส และใช้ประโยชน์เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้น เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากกากมันสำปะหลังผสมน้ำกากผงชูรส เป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีนในอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

แพะเพศผู้สายพันธุ์บอร์ลูกผสม จำนวน 12 ตัว อายุ 3เดือน น้ำหนักเฉลี่ยที่ 12.76 ± 2.02 กิโลกรัม ทำการสุ่มแพะออกเป็น 3 กลุ่มตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และได้รับอาหารข้นที่แตกต่างกันดังนี้ ไม่มีการใช้ CPMSG (กลุ่มควบคุม) CPMSG ร้อยละ 10 ในสูตรอาหาร และ CPMSG ร้อยละ 15 ในสูตรอาหารตามลำดับ แพะทุกตัวได้รับอาหารข้นเพื่อให้ได้รับโปรตีนเท่ากัน 55 กรัมต่อตัวต่อวัน และได้รับหญ้าแพงโกล่าแบบเต็มที่ เป็นระยะเวลา 50 วัน ให้อาหาร2 ครั้งต่อวัน บันทึกปริมาณการกินได้ตลอดการทดลองเป็นรายวัน บันทึกน้ำหนักตัวของสัตว์เริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง เก็บตัวอย่างอาหารข้นและหยาบและมูลสัตว์เพื่อศึกษาถึงปริมาณการกินได้ และ ความสามารถในการย่อยได้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บตัวอย่างเลือด ของเหลวในกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 02 และ 4 หลังได้รับอาหาร นำตัวอย่างเลือดวิเคราะห์หาค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) โดยวิธี Urea-Berthelot (Henry *et al.*,1974) นำของเหลวในกระเพาะรูเมนวัดความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายโดยวิธีโครมาโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) และนำของเหลวในกระเพาะรูเมนมาวิเคราะห์หาค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-H) โดยวิธีการของ Chaney and Marbach(1962) และนับจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธีการของ Galyean (1989) นำข้อมูลที่เก็บบันทึกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of varance; ANOVA) ระยะเวลาในการทำวิจัยระหว่างเดือน มกราคม 2558– ตุลาคม 2558 ทดสอบความแตกต่าง

ของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1999) ส่วนประกอบของอาหารข้นและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทั้งสามสูตร หญ้าแพงโกล่า และ การมันสำปะหลังผสมน้ำกากผงชูรส (CPMSG) ดังแสดงในTable 1

Table 1 Feed ingredients and chemical composition used in the experimental ration

Ingredients	Concentrate (kg)			Pangola	CPMSG
	CPMSG 0%	CPMSG 10%	CPMSG 15%	Hay	
Corn	61	61	61		
Rice bran	10	10	10		
Soybean meal	25	15	10		
CPMSG	0	10	15		
Molasses	3	3	3		
Mineral mix	1	1	1		
Chemical composition (g/kg)					
Dry matter	905.2	878.5	878.2	899.1	931.0
			On dry matter basis		
Organic matter	956.1	946.1	944.2	899.3	90.8
Crude protein	170	160	150	70.3	268.0
Ether extract	24.2	15.1	20.2	8.1	1.1
Neutral detergent fiber	40.9	24.3	31.7	72.8	26.6
Acid Detergent Fiber	4.2	6.4	6.4	50.3	18.3
Gross energy (kcal/kg)	3812.5	3494.1	3373.6	3614.0	3485.7

ผลการทดลอง

จากTable2 พบว่า น้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสุดท้ายแต่ละกลุ่มการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (BW gain) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG, g/day) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งพบว่ากลุ่มที่ได้รับ CPMSG ในระดับ 15 % ส่งผลให้มีค่าสูงที่สุด และ กลุ่มควบคุม (CPMSG 0%) มีค่าที่ต่ำที่สุด นอกจากนี้พบว่าค่า BW gain และ ADG ของกลุ่มที่ได้รับ CPMSG ทั้ง 10 และ 15 % มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.033 และ P=0.050)ปริมาณการกินได้โดยรวม (g/day) อาหารข้น (g/day) หญ้าแพงโกล่า (g/day, g/kg BW/day) รวมถึงปริมาณการกินได้ของโปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF (g/day) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับ CPMSG ทั้ง 10 และ 15% มีค่าที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับ CPMSG ทั้ง 10% กับ 15% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)การศึกษาครั้งนี้เห็นได้ชัดว่าค่าความสามารถในการย่อยได้ของ DM OM เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF ในแต่ละกลุ่มการทดลอง

ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P> 0.05) ดังแสดงในตารางที่ 2 แต่พบว่าความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนรวมในแต่ละกลุ่มการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) กลุ่มการทดลองที่มีการเสริม CPMSG 15% มีการย่อยได้ของโปรตีนรวมสูงกว่ากลุ่มการทดลองที่มีการเสริม CPMSG 10% และกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนต่ำที่สุดตามลำดับ

จากTable3 พบว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนโดยเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละกลุ่มการทดลอง (P < 0.05) ซึ่งในกลุ่มการทดลองที่มีการเสริม CPMSG 15% มีค่าสูงสุด จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดไม่แต่ต่างกันในแต่ละกลุ่มการทดลอง (P >0.05) ความเข้มข้นกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P <0.05) โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับ CPMSG ทั้ง 10 และ 15 % มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.024) ขณะที่สัดส่วนของอะซีเตท โพรพิออเนท บิวทีเรท และอัตราส่วนระหว่างอะซีเตทและโพรพิออเนท ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P >0.05)จากการศึกษาผลของกากมันสำปะหลังผสมน้ำกากผงชูรส (CPMSG) เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้นแพะต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนพบว่า ประชากรแบคทีเรีย ซูโอสปอร์ของเชื้อรา และโปรโตซัว ในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าแพะในกลุ่มการทดลองที่ได้รับอาหารเสริม CPMSG 10 และ 15% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มทดลอง ซึ่งผลการทดลองข้างต้นมีความสอดคล้องกับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง อาหารข้น หญ้าแพงโกลา โปรตีนรวม เยื่อใย ADF และเยื่อใย NDF ที่เพิ่มขึ้นในแพะที่ได้รับอาหารเสริม CPMSG 10 และ 15 % ผลการทดลองข้างต้นมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nombekela*et al*. (1994) ที่ได้ทำการเสริมน้ำกากผงชูรส 1.5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง พบว่าโคให้นมในระยะแรกที่ได้รับอาหารดังกล่าวมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งไม่แตกต่างจากกลุ่มทดลองอื่น อีกทั้งจากการรายงานของ Padunglerk*et al.* (2016) ที่ทำการเสริมน้ำกากผงชูรสทำการเสริมน้ำกากผงชูรสที่ 10-15% ในอาหารสัตว์ พบว่าสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารดังกล่าวมีปริมาณการกินได้ และประสิทธิภาพการย่อยได้ไม่แตกต่างกัน และผลการทดลองของ Gherardi*et al.* (1991) รายงานว่าการให้หญ้าแห้งที่เสริมน้ำกากผงชูรสร่วมกับกรดบิวทีริคที่ระดับมากกว่า 10% ส่งผลให้สัตว์มีประสิทธิภาพการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนเพิ่มมากขึ้น

ผลทดลองในครั้งนี้พบว่าการย่อยได้ของโภชนะปรากฏในทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันยกเว้นความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนรวม โดยความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนรวมนั้นมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระแสเลือด ซึ่งแพะที่ได้รับอาหารเสริม CPMSG 15% มีการย่อยได้ของโปรตีนรวมและความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระแสเลือดสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่น

ผลการทดลองที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายได้ว่า CPMSG มีปริมาณของโปรตีนไนโตรเจนที่สูงกว่ากากถั่วเหลืองที่อยู่ในสูตรอาหารข้น ดังนั้นอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนในกากถั่วเหลืองจึงต่ำกว่า CPMSG แต่อย่างไรก็ตามแพะในกลุ่มการทดลองที่เสริม CPMSG มีปริมาณของยูเรียในเลือดไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่ง

หมายความว่า CPMSG อาจถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย และได้รับพลังงานที่จำเป็นจากกากมันสำปะหลังเพียงพอในการสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์ในตัวสัตว์ จากรายงานของ Bach et al. (2005) กล่าวว่าหากสัตว์มีพลังงานที่

Table 2 Effect of cassava pulp mixed monosodium glutamate by-product as protein source in goat concentrates diet on feed intake and nutrient digestibilities

Item	CPMSG (0%)	CPMSG (10%)	CPMSG (15%)	SEM	P-value	Orthogonal contrast	
						0% vs 10% &15%	10% vs 15%
Initial weight, kg	12.7	13.5	13.3	0.596	0.862	0.610	0.907
Final weight, kg	15.3	17.3	17.3	0.579	0.329	0.152	1.000
BW gain, kg	2.6^{b}	3.7^{ab}	3.9^{a}	0.262	0.044	0.033	0.697
ADG, g/day	50.3^{b}	70.4^{ab}	74.2^{a}	4.943	0.049	0.050	0.680
Total dry matter intake							
g/ day	344.4^{b}	501.7^{a}	507.8^{a}	30.080	0.009	0.003	0.881
g/ kg BW/ day	24.6	32.5	33.9	2.074	0.130	0.053	0.749
Concentrate intake							
g/ day	179.3^{b}	276.4^{a}	261.0^{ab}	19.735	0.071	0.028	0.682
g/ kg BW/ day	12.8	17.9	17.6	1.397	0.266	0.118	0.910
Pangola hay intake							
g/ day	165.1^{b}	225.2^{a}	246.8^{a}	14.042	0.014	0.005	0.313
g/ kg BW/ day	11.8^{b}	14.5^{ab}	16.3^{a}	0.855	0.065	0.033	0.292
CP intake, g/ day	35.9^{b}	52.1^{a}	50.3^{a}	3.290	0.061	0.023	0.765
NDF intake, g/ day	193.5^{b}	231.3^{ab}	262.4^{a}	11.557	0.017	0.009	0.109
ADF intake, g/ day	90.6^{b}	131.0^{a}	140.8^{a}	8.430	0.004	0.001	0.354
Apparent digestibility, % DM							
DM	29.5	39.3	42.3	4.253	0.499	0.267	0.789
OM	38.2	47.7	50.7	3.941	0.458	0.242	0.767
CP	21.0^{c}	47.1^{b}	50.3^{a}	6.120	0.001	0.002	0.001
NDF	37.8	33.1	41.7	3.462	0.663	0.963	0.384
ADF	14.8	19.3	25.2	3.771	0.679	0.576	0.653

^{abc}Values on the same row with different superscripts differed (P > 0.05); SEM = standard error of the means, ADG = Average Daily Gain, BW = Body Weight

Table 3 Effect of cassava pulp mixed monosodium glutamate by-product as protein source in goat concentrates diet on ruminal ammonia nitrogen, blood urea nitrogen ruminal volatile fatty acid concentration, andruminal microorganism populations

Items	CPMSG	CPMSG	CPMSG	SEM	P-value	Orthogonal contrast	
	(0%)	(10%)	(15%)			0% vs 10% &15%	10% vs 15%
NH3-N, mg/dL	7.2[b]	7.8[b]	9.7[a]	0.439	0.028	0.060	0.031
BUN, mg/dL	13.1	13.7	13.5	0.720	0.953	0.773	0.933
VFAs, mol/100 mol							
Total VFAs	52.7[b]	58.0[a]	58.5[a]	1.159	0.045	0.024	0.808
Acetate (C2)	70.4	68.3	69.8	0.788	0.597	0.487	0.476
Propionate (C3)	21.1	22.2	21.9	0.620	0.812	0.545	0.887
Butyrate (C4)	8.4	9.4	8.1	0.499	0.601	0.753	0.355
C2:C3 ratio	3.5	3.0	3.2	0.167	0.639	0.379	0.804
Ruminal Microorganism population (cell/ml)							
Bacteria (x10^9)	10.3	10.6	9.2	0.024	0.593	0.785	0.337
Fungi zoospores (x 10^5)	8.9	6.1	6.8	0.087	0.795	0.523	0.845
Protozoa (x 10^6)	1.2	1.5	1.5	0.081	0.884	0.634	0.945

[abc]Values on the same row with different superscripts differed (P > 0.05) SEM = standard error of the means BUN = blood urea nitrogen, VFAs = volatile fatty acids, SEM = standard error of the means

เพียงพอ กรดอะมิโนหรือแอมโมเนียไนโตรเจนสามารถเกิดกระบวนการเปลี่ยนหมู่กรดอะมิโนได้ หรืออาจจะสังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีนได้โดยตรง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นแอมโมเนียไนโตรเจนของการทดลองในครั้งนี้อาจจะไม่มีผลต่อความเข้มข้นของยูเรียในเลือด แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของยูเรียในเลือดแพะยังมีค่าอยู่ในช่วงที่ไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าความเข้มเข้นของกรดไขมันระเหยง่ายโดยรวม มีความแตกต่างกันทางสถิติในกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่เสริม CPMSG ซึ่งผลดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง อาหารข้น หญ้าแพงโกล่า โปรตีนรวม เยื่อใย ADF และเยื่อใย NDF ที่เพิ่มขึ้นในแพะที่ได้รับอาหารสริมCPMSG 10 และ 15% การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันระเหยง่ายเป็นผลมาจากการหมักของคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมน ซึ่งพบว่าปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายในกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการเสริม CPMSG เนื่องมาจากแพะในแต่ละกลุ่มการทดลองมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง อาหารข้น และหญ้าแพงโกล่าที่แตกต่างกัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้ CPMSG ในระดับ10 -15 % เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้นแพะ สามารถเพิ่มปริมาณการกินได้ การย่อยโปรตีน ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด และการเจริญเติบโตของแพะ ดังนั้นการใช้ CPMSG ที่ 15% ในอาหารข้นจะช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร และช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของขุนแพะ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา 72 ปี มก. (บัณฑิตวิทยาลัย) และขอขอบคุณ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กากมันสำปะหลังผสมน้ำกากผงชูรสได้ขึ้นทะเบียนอนุสิทธิบัตรเลขที่ 11583 (กากมันสำปะหลังโปรตีนสูง) เมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2559

เอกสารอ้างอิง

สมเจต ใจภักดี. 2530. **การศึกษาวิธีการหมักมันสำปะหลัง และการนำมันสำปะหลังหมักมาใช้ในอาหารไก่กระทงและนกกระทา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวิมล แก้วเกลี้ยง, เสาร์ ศิวิชัย, พงศ์ธร คงมั่น และสมเกียรติ ประสานพานิช. 2555. การใช้น้ำกากผงชูรสผสมกากน้ำตาลทดแทนอาหารข้นต่อการเจริญเติบโต ค่านิเวศวิทยา และประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนในโคสาวลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน. **งานประชุมวิชาการครั้งที่** 50 , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bach, A., S. Calsamiglia, SternMD. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. **J. Dairy. Sci.** 88 (E. Suppl.): 9-21.

Chaney, A. L. and E.P. Marbach. 1962. **Modified Reagents for Determination of Urea and Ammonia**.Clin. Chem. 8: 130.

Galyean, M. 1989. **Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research.** New Mexico State University.

Henry, R.J., D.C. Cannon and J.W. Winkelman. 1974. **Clinical Chemistry, Principles and Techniques**,2nd ed. Harper & Row, New York.

Nombekela, S.W., M.R. Murphy, H.W. Gouyou and J.I. Marden. 1994. Dietary preferences in early lactation cows as affected by primary tastes and some common feed flavor. **J. Dairy. Sci.** 77: 2393–2399.

Padunglerk, A., S. Prasanpanich and P. Kongmun. 2015. Use of monosodium glutamate by-product in cow diet on performance of lactating dairy cows. **J. Anim. Sci.**doi: 10.1111/asj.12572

SAS, 1999. **SAS User's Guide: Statistics. 8.0. SAS Inst**. Inc., Cary. NC.

ผลของการใช้น้ำมันปาล์มและถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันในอาหารผสมครบส่วนที่มีต้นข้าวโพดหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ ต่อจลนศาสตร์การผลิตแก๊สและความสามารถในการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการ

Effects of Palm Oil and Full Fat Soybean as a Lipid Source Containing either Corn or Napier Grass Silage as a Roughage Source in Total Mixed Ration on Kinetic Gas Production and Diet Digestibility in *In Vitro*

อัญชลี คงประดิษฐ์[1], เลอชาติ บุญเอก[1], ศิริรัตน์ บัวผัน[1], ภูมพงศ์ บุญแสน[1] และสุริยะ สะวานนท์[1*]

AnchaleeKHONGPRADIT[1],Lerchart Boon-ek[1], SiriratBuaphan[1], Phoompong Boonsaen[1] and Suriya Sawanon[1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำมันปาล์ม (PO) และถั่วเหลืองไขมันเต็ม (FS) เป็นแหล่งไขมัน ร่วมกับหญ้าเนเปียร์หมัก (NS) และต้นข้าวโพดฟักอ่อนหมัก (CS) เป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารผสมครบส่วนต่อปริมาณการผลิตแก๊ส ความสามารถในการย่อยได้ ความเข้มข้นกรดไขมันระเหยง่ายและแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในห้องปฏิบัติการ(*in vitro*) โดยวางแผนงานทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้ การทดลองที่ 1) สัดส่วนของอาหารข้นต่ออาหารหยาบ เป็น75 :25 และการทดลองที่ 2) สัดส่วนของอาหารข้นต่ออาหารหยาบ เป็น 85 :15 ในรูปวัตถุแห้ง โดยอาหารผสมครบส่วนที่มีสัดส่วนของแหล่งไขมันและอาหารหยาบที่แตกต่างกัน6 กลุ่มการทดลอง คือ 1) FS-100NS, 2) FS-100CS, 3) FSPO-50NS, 4) FSPO-50CS, 5) PO-100NS และ 6) PO-100CSผลการศึกษาพบว่าอาหารทดลองสูตร FS-100CS และ สูตร PO-100CSมีผลผลิตแก๊สและความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)แต่ไม่ส่งผลต่อการย่อยได้ของอาหาร แสดงว่าสามารถเลือกใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มหรือน้ำมันปาล์ม 3 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับต้นข้าวโพดฟักอ่อนหมัก ในการประกอบสูตรอาหารผสมครบส่วนได้ดี

ABSTRACT

The aim of this present study was to evaluatethe effects of palm oil(PO) and full fat soybean(FS) as a lipid source with Napier (NS)or corn (CS) silage as a roughage in total mixed ration (TMR) on gas production, dry matter digestibility, volatile fatty acids(VFA) and ammonianitrogen (NH_3-N) concentrationusing gasproduction technique (*in vitro*). The experiment design was completely randomized design. The experimentswere divided to 2 experimentswith different ratio ofconcentrate:roughage including; 1)75 : 25 and 2)85 : 15 (%DM), respectively.Under 6 formulas (treatments)with different ration of lipid source and roughage including 1) FS-100NS, 2) FS-100CS, 3) FSPO-50NS, 4) FSPO-50CS, 5) PO-100NS and 6) PO-100CS.The results showed thatgas production and VFA concentrationof TMR FS-100CS andPO-100CS significantly higher than these other TMRs ($P<0.05$). However,dry matter digestibility was not different among the diets. Theseresults suggested that FS or 3 % ofPO in a formula as lipid sourceand CS as roughagecan be used in TMR diet.

Keyword:palm oil, full fat soybean, Napier grass silage, corn silage

[*] Corresponding author; e-mail address:**agrsusa@ku.ac.th**

[1] ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

คำนำ

การผลิตโคขุน เพื่อให้โคมีการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสูงการให้สัตว์ได้รับอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะที่เหมาะสมกับความต้องการ และมีปริมาณที่เพียงพอจะทำให้โคมีสมรรถภาพการผลิตที่ดี และได้เนื้อที่มีคุณภาพเนื่องจากการซื้อขายโคเนื้อในตลาดเนื้อโคคุณภาพจะใช้เกณฑ์การรับซื้อจากการตัดสินด้วยระดับไขมันแทรกในเนื้อ การสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อโคสามารถทำได้โดยการให้โคได้รับอาหารที่มีวัตถุดิบที่ให้พลังงานสูง เช่น แป้ง (นพรัตน์ และคณะ, 2553) และไขมัน (สุริยะ และพีรชิต, 2554)น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานสูง ที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน(50: 50)และมีองค์ประกอบของ Oleic acid อยู่สูง ซึ่งมีการไปยังลำไส้เล็กได้เพิ่มขึ้นและลดการเกิด Bio-hydrogenation ในกระเพาะหมัก (Pavan*et al*., 2007)นอกจากนี้ถั่วเหลืองไขมันเต็มหรือถั่วเหลืองทั้งเมล็ดที่ทำให้สุกด้วยความร้อนและไม่มีการสกัดไขมันออก มีโปรตีนประมาณ 38 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 18 เปอร์เซ็นต์ เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่ให้ทั้งพลังงานและโปรตีนสูงที่สามารถใช้ในอาหารโคขุนได้ดีแต่ราคาค่อนข้างสูง (สุริยะ และพีรชิต, 2554) นอกจากนี้อาหารหยาบเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการเลี้ยงโคขุน หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 นิยมปลูกมากในประเทศไทย เจริญเติบโตเร็วให้ผลผลิตต่อไร่สูงมีความน่ากินและมีคุณค่าทางโภชนะที่ดี (ไกรลาศ, 2556)ขณะที่ต้นข้าวโพดฟักอ่อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตข้าวโพดฟักอ่อนมีโปรตีน6-8 เปอร์เซ็นต์ในรูปของน้ำหนักแห้ง เกษตรกรในภาคตะวันตกนิยมนำมาใช้เป็นอาหารโคขุนทั้งในรูปสดหรือหมัก ทำให้โคมีประสิทธิภาพการผลิตที่ดี และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าการใช้หญ้าขนสด (ชุติพงศ์, 2556)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำมันปาล์มและถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันในอาหารผสมครบส่วนที่มีต้นข้าวโพดหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งของอาหารหยาบต่อจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยง่ายในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้สำหรับการผลิตอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ในการขุนโคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ตามสัดส่วนของอาหารข้นกับอาหารหยาบ ดังนี้

การทดลองที่ 1อาหารผสมครบส่วนที่มีอัตราส่วนระหว่างอาหารข้นต่ออาหารหยาบ เป็น 75 : 25ของวัตถุแห้ง

การทดลองที่ 2อาหารผสมครบส่วนที่มีอัตราส่วนระหว่างอาหารข้นต่ออาหารหยาบ เป็น 85 : 15 ของวัตถุแห้ง

สัตว์ทดลองและการเตรียมตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน

โคลูกผสมโฮสไตน์ฟรีเชียน เพศผู้ ที่เจาะกระเพาะรูเมน จำนวน 2 ตัวที่เลี้ยงด้วยหญ้าขนสดให้กินอย่างเต็มที่และเสริมด้วยอาหารข้นวันละ 2 กิโลกรัมต่อตัว เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) มาใช้ในการทดลอง

อาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย อาหารข้น 3 สูตร (Table 1) คือ สูตรที่ 1 ถั่วเหลืองไขมันเต็ม (FS-100) สูตรที่ 2 ถั่วเหลืองไขมันเต็มและน้ำมันปาล์มดิบ (FSPO-50) และสูตรที่ 3 น้ำมันปาล์มดิบ(PO-100) และใช้อาหารหยาบ 2 ชนิด คือ หญ้าเนเปียร์หมัก(Napier silage; NS) และต้นข้าวโพดฟักอ่อนหมัก(Corn silage; CS)นำตัวอย่างอาหารผสมครบส่วนมาบดผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. ดังนั้นอาหารทดลองที่เป็นอาหารผสมครบส่วนประกอบด้วย 6 กลุ่ม ดังนี้ 1) อาหารข้นสูตรที่ 1 + หญ้าเนเปียร์หมัก(FS-100NS), 2)อาหารข้นสูตร

ที่ 1 + ต้นข้าวโพดฟักอ่อน (FS-100CS), 3)อาหารข้นสูตรที่ 2 + หญ้าเนเปียร์หมัก(FSPO-50NS), 4)อาหารข้นสูตรที่ 2 + ต้นข้าวโพดฟักอ่อน(FSPO-50CS), 5)อาหารข้นสูตรที่ 3 + หญ้าเนเปียร์หมัก(PO-100NS) และ 6)อาหารข้นสูตรที่ 3 + ต้นข้าวโพดฟักอ่อน(PO-100CS)

การเตรียมสารละลายของเหลวจากกระเพาะรูเมนผสม

เก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนมากรองผ่านผ้าขาวบางหนา 4 ชั้นแล้วนำของเหลวที่ผ่านการกรองจากโคทั้งสองตัวมาผสมรวมกันภายใต้สภาวะที่ไร้ออกซิเจน นำมาผสมกับสารละลายบัฟเฟอร์ แร่ธาตุหลัก และแร่ธาตุรองตามวิธีการของ Makkar*et al.* (1995) โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนต่อสารละลายผสมในอัตราส่วนประมาณ1 : 3

การวัดการย่อยได้และผลิตแก๊ส

ทำการเตรียมขวดที่ใช้สำหรับการหาค่าการย่อยได้และจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส โดยใช้ขวดวัคซีนขนาด 50 มิลลิลิตร ที่มีอาหารทดลองแต่ละสูตร ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ขวดละประมาณ 0.4 กรัม จากนั้นทำการบรรจุสารละลายของเหลวจากกระเพาะรูเมนผสม ขวดละ 40 มิลลิลิตร ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน และทำการปิดฝาให้สนิท โดยแต่ละสูตรมี จำนวน10 ซ้ำ (4 ซ้ำ ใช้สำหรับการวัดการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และ 6 ซ้ำสำหรับการวัดจลนศาสตร์การผลิตแก๊ส) จากนั้นนำไปบ่มในตู้เลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 และ 48 ชั่วโมงเมื่อบ่มครบตามเวลาที่กำหนด นำอาหารที่ผ่านการบ่มไปกรองด้วยถุงไนล่อนที่มีรูขนาด 50 ไมครอน ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน เพื่อกรองอาหารส่วนที่เหลือจากการบ่มเพื่อใช้ในการคำนวณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และเก็บส่วนของเหลวเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ตามวิธีการของ Weatherburn(1967) และปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่าย ด้วยเครื่อง gas chromatography

การวิเคราะห์จลนศาสตร์การผลิตแก๊ส

ทำการบันทึกปริมาณการผลิตแก๊สที่เกิดขึ้นในทุกๆ 1 ชั่วโมง อย่างต่อเนื่อง เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง ช่วงชั่วโมงที่ 13 – 24 ทำการบันทึกปริมาณการผลิตแก๊สทุกๆ 3 ชั่วโมง ช่วงชั่วโมงที่25-78ทำการบันทึกปริมาณผลผลิตแก๊สทุกๆ 6 ชั่วโมง และทำการบันทึกปริมาณการผลิตแก๊สที่ชั่วโมงที่ 96 เป็นครั้งสุดท้าย เพื่อนำค่าผลผลิตแก๊สที่ได้มาหาค่าคงที่ของการผลิตแก๊ส โดยใช้ non linear regression เพื่ออธิบายจลศาสตร์ของการผลิตแก๊ส (Kinetics of gas production) ตามแบบจำลองสมการของ Ørskov and McDonald (1979)ดังนี้ $y = a + b [1-Exp^{(-ct)}]$เมื่อ y = ผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้น ณ เวลา, a = จุดตัดแกน y ซึ่งเป็นค่าคงที่ ที่บ่งบอกปริมาณผลผลิตแก๊สจากส่วนที่ละลายได้, b = ค่าปริมาณผลผลิตแก๊สจากส่วนที่หมักย่อยได้, c = อัตราการเกิดก๊าซ (%/h), t = เวลาที่ทำการวัดก๊าซ (hr)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการนำข้อมูลการผลิตแก๊สและจลนศาสตร์ของการผลิตแก๊สที่ได้จากการทดลอง ปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (*In vitro* dry matter digestibility; IVDMD) และกรดไขมันระเหยง่าย (VFA) นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

Table 1 Experimental feed ingredients and chemical analysis (dry matter basis)

Item	FS-100	FSPO-50	PO-100	Napier silage	Corn silage
Molasses	7.5	7.5	7.5	-	-
Urea	1.7	1.7	1.7	-	-
Cassava chip	40.4	40.5	40.5	-	-
Palm kernel meal (solvent extracted)	19.7	19.7	19.7	-	-
Full fat soybean	15.4	6.7	-	-	-
Palm oil	-	1.6	2.8	-	-
Soybean meal	-	7.0	12.5	-	-
Ground corn	12.8	12.8	12.8	-	-
Premixed for beef cattle*	0.6	0.6	0.6	-	-
Sulfur	0.1	0.1	0.1	-	-
Salt	0.2	0.2	0.2	-	-
Dicalcium phosphate	1.1	1.1	1.1	-	-
Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.5	-	-
Total	100	100	100	-	-
Chemical composition (%)†					
Crude protein	15.56	15.42	15.38	5.78	8.91
Ether extract	3.83	3.96	3.90	0.82	2.53
CF	-	-	-	45.56	-
NDF	-	-	-	71.30	58.64
ADF	-	-	-	49.67	29.62
Calcium	0.48	0.49	0.49	-	-
Phosphorus	0.45	0.44	0.44	-	-
Gross Energy, (Mcal/kg)	2.53	2.52	2.51	-	-

* Agromix beef No. 46: vitamin A = 2,160,000 IU, vitamin B3 = 100,000 IU, vitamin E = 5,000 IU, Mn = 8.5 g,Zn = 6.4 g, Cu = 1.6 g, Mg = 16 g, Co = 320 mg, I = 800 mg, Se = 32 mg

† Chemical compositionby calculation

ผลการทดลองและวิจารณ์

จลศาสตร์การผลิตแก๊ส

การศึกษาจลศาสตร์การผลิตแก๊สในอาหารผสมครบส่วนที่มีสัดส่วนของอาหารข้นต่ออาหารหยาบเท่ากับ 75:25(Table 2 และ 3) และ 85:15ของวัตถุแห้ง(Table4 และ 5)ผลผลิตแก๊สสะสมที่เกิดขึ้นและค่าความสามารถในการย่อยสลายองค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ (a) ซึ่งเป็นค่าปริมาณการผลิตแก๊ส ณ เวลาที่ 0 (จุดตัดแกน y) ส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อย (b)ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการย่อยสลายอาหารได้ของจุลินทรีย์ โดยส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อยเป็นส่วนที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยได้ของอาหารสูง ปริมาณผลผลิตแก๊สสะสมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณการย่อยสลายได้ขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้และส่วนที่ถูกหมักย่อย (Sallam*et al.*, 2007)จากอาหารผสมครบส่วนทั้ง 6 กลุ่ม พบว่ากลุ่ม PO-100CS และ FS-100CS ผลผลิตแก๊สสะสมที่ 96 ชั่วโมง สูงกว่าอาหารกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)หากพิจารณาจากสูตรอาหารเดียวกันที่ใช้แหล่งของอาหารหยาบต่างกันพบว่า ต้นข้าวโพดหมักมีปริมาณแก๊สสูงกว่ากลุ่มที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมัก เนื่องจากสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในอาหารทดลองในกลุ่มที่มีต้นข้าวโพดหมัก มีค่าสูงกว่าอาหารทดลองในกลุ่มที่มีหญ้าเนเปียร์หมัก (กันยารัตน์, 2545)พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนะที่สูงกว่าและมีการย่อยได้ที่ดีกว่า มีการผลิตแก๊ส (*in vitro* study) ได้ดีกว่าพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนะที่ต่ำกว่า (Kamalak*et al.*, 2005; Karabulut*et al.*, 2007)

การย่อยได้ของอาหารในรูปวัตถุแห้ง

การศึกษาการย่อยได้ของอาหารในรูปของวัตถุแห้งพบว่าการทดลองที่ 1 อาหารผสมครบส่วนกลุ่มFS-100CS มีการย่อยได้สูงกว่ากลุ่มFS-100NS(Table 3) เนื่องจากต้นข้าวโพดฟักอ่อนมีเยื่อใยในรูปผนังเซลล์(58.64vs. 71.3 %)และเยื่อใยในรูปของลิกนิน (49.67 vs. 29.62) ต่ำกว่าหญ้าเนเปียร์(อนุสรณ์ และคณะ, 2558) จึงถูกหมักย่อยได้ง่าย อย่างไรก็ตาม การย่อยได้ที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดจากอาหารข้นเพียงอย่างเดียว จะเห็นได้จากการทดลองที่ 2 (Table 5) เมื่อปรับอัตราส่วนของอาหารหยาบให้น้อยลงพบว่าการย่อยได้ของอาหารไม่แตกต่างกันการเสริมแหล่งของไขมันในอาหารที่มาจากถั่วเหลืองไขมันเต็มไม่มีผลต่อการการกินได้และการเจริญเติบโตของโค (พีรชิต, 2553 และ Felton and Kerley, 2004) ซึ่งในการทดลองนี้การใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มในอาหารไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อการย่อยได้ เมื่อเทียบกันระหว่างอาหารข้นสูตรที่ 2 (FSPO-50) และ 3 (PO-100) พบว่าระดับของน้ำมันปาล์มไม่ส่งต่อการย่อยได้ สอดคล้องกับการรายงานของรุจิรักษ์(2552) โดยทำการเสริมน้ำมันปาล์ม 4เปอร์เซ็นต์ของอาหารข้นสำหรับโคเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมพบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับรายงานของ ชยพล (2556) การเสริมน้ำมันปาล์มในระดับ 200 กรัมต่อตัวต่อวันไม่มีผลต่อการกินได้ของโคเนื้อต่อน้ำหนักเมแทบอลิก (g/kg $W^{0.75}$)และการเสริมน้ำมันหากเสริมในปริมาณที่เหมาะสมจะไม่ส่งผลกระทบต่อการย่อยเยื่อใย (สุริยะ, 2552 และ NRC, 2001)

ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่าย และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

จากการทดลองที่ 1 (Table 3) ความเข้มข้นกรดไขมันระเหยง่ายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และการทดลองที่ 2 (Table 5) พบว่าอาหารผสมครบส่วนสูตร FS-100CS ความเข้มข้นกรดไขมันระเหยง่ายสูงกว่าอาหารผสมครบส่วนกลุ่มอื่นๆ ($P<0.05$)ส่วนความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน พบว่าอาหารผสมครบส่วนที่ใช้อาหารข้นสูตร 2 (FSPO-50) มีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงกว่าอาหารข้นสูตรอื่นๆ

Table 2 Cumulative gas production of TMRdiets using palm oil and full fat soybean as a lipid source containing either corn or Napier grass silage as a roughage source(Experimental I)

Item	FS-100NS	FS-100CS	FSPO-50NS	FSPO-50CS	PO-100NS	PO-100CS	*P*-value
12 hr	56.0^{ab}	55.6^{ab}	50.2^{c}	52.4^{bc}	54.60^{abc}	57.6^{a}	0.03
24 hr	80.4^{ab}	83.6^{a}	75.1^{b}	78.4^{ab}	80.4^{ab}	82.7^{a}	0.03
48 hr	99.5^{b}	104.0^{a}	95.1^{c}	99.7^{ab}	100.4^{ab}	103.5^{a}	0.05
60 hr	105.8^{bc}	111.0^{a}	101.2^{c}	105.0^{cd}	105.6^{bc}	109.0^{ab}	<0.01
96 hr	109.1^{bc}	115.4^{a}	105.7^{c}	109.2^{bc}	109.6^{bc}	112.3^{ab}	<0.01

$^{a, b, c}$Values in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$)

โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างแหล่งของอาหารหยาบที่แตกต่างกัน แอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และประสิทธิภาพการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์โดยทั่วไปความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนมีความแตกต่างกันขึ้นวัตถุดิบโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจนในสูตรอาหาร และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (แหล่งพลังงาน) (บุญล้อม, 2546)การเสริมไขมันหรือน้ำมันในอาหารมีผลต่อการหมักย่อยโปรตีน ซึ่งอาจจะเพิ่มหรือลดการหมักย่อยโปรตีนก็ได้ขึ้นกับปริมาณที่เสริม (สุริยะ, 2552) และจากการทดลองที่ 1 (Table 3) พบว่าในชั่วโมงที่ 48 ปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในอาหารข้นสูตร 1 มีความเข้มข้นน้อยกว่าสูตร 2 และ 3 ($P<0.05$) ทั้งในสูตรที่ใช้ต้นข้าวโพดฟักอ่อนหมักและหญ้าเนเปียร์หมักซึ่งน่าจะเป็นผลมาจาก ถั่วเหลืองเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนและแป้งที่ส่งผลต่อการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน

Table 3 DM digestibility, VFA and NH_3-N concentration of TMR diets using palm oil and full fat soybean as a lipid source containing either corn or Napier grass silage as a roughage source(Experimental I)

Item	FS-100NS	FS-100CS	FSPO-50NS	FSPO-50CS	PO-100NS	PO-100CS	*P*-value
a	-7.89	-7.16	-7.35	-6.37	-7.94	-8.51	0.29
b	118.59^{abc}	124.15^{a}	114.45^{c}	117.58^{bc}	119.52^{abc}	122.58^{ab}	0.02
c	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.48
a+b	126.48^{ab}	131.31^{a}	121.80^{b}	123.97^{b}	127.46^{ab}	131.09^{a}	0.04
Total VFA(mM/L)	153.70	172.20	137.40	151.00	133.7	142.30	0.72
Acetate (C2),%	72.95	71.26	73.20	73.20	72.32	73.24	0.49
Propionate(C3),%	19.27	20.57	19.74	19.70	19.85	19.66	0.65
Butueytate(C4),%	7.00	7.33	6.39	6.31	7.01	6.38	0.27
C2 : C3 ratio	2.90	3.46	3.71	3.71	3.63	3.73	0.62
IVDMD(%)							
24 hr	70.19^{d}	75.74^{a}	73.84^{abc}	75.43^{ab}	72.29^{cd}	72.80^{bcd}	0.02
48 hr	78.18^{c}	82.93^{ab}	78.18^{c}	83.64^{a}	80.45^{bc}	83.18^{ab}	0.01
NH_3-N(mgN/dL)							
24 hr	10.41	8.41	11.92	10.96	9.17	10.00	0.31
48 hr	15.75^{c}	16.56^{bc}	17.86^{a}	18.62^{a}	17.26^{ab}	15.78^{c}	<0.01

$^{a, b, c}$ Values in the same row with different superscripts differ (P<0.05)

Table 4 Cumulative gas production of TMR diets using palm oil and full fat soybean as a lipid source containing either corn or Napier grass silage as a roughage source in TMR on gas accumulated in each hour (Experimental II)

item	FS-100NS	FS-100CS	FSPO-50NS	FSPO-50CS	PO-100NS	PO-100CS	*P*-value
12 hr	53.66^{ab}	60.12^{a}	54.51^{ab}	52.61^{b}	53.34^{b}	58.68^{ab}	0.09
24 hr	79.10^{b}	86.90^{a}	77.75^{b}	79.76^{b}	81.07^{b}	86.39^{a}	<0.01
48 hr	99.49^{b}	108.79^{a}	100.78^{b}	103.61^{b}	102.28^{b}	109.46^{a}	<0.01
60 hr	105.00^{b}	114.47^{a}	105.99^{b}	108.53^{b}	108.38^{b}	114.76^{a}	<0.01
96 hr	108.80^{b}	118.49^{a}	109.63^{b}	112.73^{b}	112.49^{b}	118.27^{a}	<0.01

$^{a, b, c}$ Values in the same row with different superscripts differ (P<0.05)

ทำให้โปรตีนไหลผ่านเพิ่มมากขึ้นแต่ในการทดลองที่ 2 พบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการรายงานของ Jordan et al. (2006) รายงานว่าการเสริมถั่วเหลืองทั้งต้นหรือน้ำมันถั่วเหลืองในอาหารโคเพศผู้พบว่าปริมาณกรดไขมันเหยง่ายในกระเพาะรูเมนไม่มีความแตกต่างกัน และการเสริมน้ำมันปาล์มในระดับต่างๆ ในอาหาร (ระดับของโปรตีนในอาหารใกล้เคียงกัน) ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย

สรุปผล

การเสริมแหล่งไขมันที่มาจากถั่วเหลืองไขมันเต็ม และน้ำมันปาล์มที่ระดับ 3เปอร์เซ็นต์ร่วมกับต้นข้าวโพดฟักอ่อนหมักมีปริมาณแก๊สสะสม และกรดไขมันระเหยง่ายสูงกว่าอาหารผสมครบส่วนสูตรอื่นๆ ทั้งสัดส่วนของอาหารข้นกับอาหารหยาบที่ 75 ต่อ 25 และ 85 ต่อ 15 ของวัตถุแห้ง แสดงให้เห็นว่าสามารถเลือกใช้

ถั่วเหลืองไขมันเต็มหรือน้ำมันปาล์มที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้ในการประกอบสูตรอาหารโคขุนและควรพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตควบคู่กันไปด้วย

Table 5 DM digestibility, VFA and NH_3-N concentration of TMR diets using palm oil and full fat soybean as a lipid source containing either corn or Napier grass silage as a roughage.(Experimental II)

item	FS-100NS	FS-100CS	FSPO-50NS	FSPO-50CS	PO-100NS	PO-100CS	*P*-value
a	-8.12^{bc}	-8.89^{bc}	-7.60^{b}	-6.17^{a}	-9.06^{c}	-8.82^{bc}	<0.01
b	118.99^{b}	129.26^{a}	119.50^{b}	121.79^{b}	123.38^{b}	130.22^{a}	<0.01
c	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.61
a+b	127.10^{b}	138.12^{a}	127.10^{db}	128.76^{b}	135.59^{a}	136.90^{a}	<0.01
VFA(mM)	1.75^{b}	1.93^{a}	1.72^{b}	1.77^{b}	1.80^{b}	1.92^{a}	<0.01
Total VFA(mM/L)	108.30^{c}	132.20^{a}	118.00^{b}	123.60^{ab}	124.00^{ab}	105.8^{c}	<0.01
Acetate (C2),%	77.96^{cd}	79.31^{a}	78.42^{bcd}	78.70^{ab}	77.78^{d}	78.58^{bc}	0.01
Propionate (C3),%	14.33^{ab}	13.56^{d}	14.06^{bc}	14.02^{c}	14.57^{a}	14.18^{bc}	<0.01
Butylate (C4) %	6.54	6.11	6.38	6.18	6.46	6.15	0.46
C2 : C3 ratio	5.44^{cd}	5.85^{a}	5.58^{bc}	5.61^{b}	5.34^{d}	5.57^{bc}	<0.01
IVDMD(%)							
24 hr	73.35	74.07	70.82	75.24	70.97	73.07	0.22
48 hr	83.97	85.96	84.88	84.72	86.26	83.68	0.52
NH_3-N (mgN/dL)							
24 hr	14.65^{c}	15.53^{bc}	19.20^{a}	17.25^{ab}	18.48^{a}	14.59^{c}	<0.01
48 hr	21.19	19.56	19.65	21.67	20.28	18.71	0.06

$^{a, b, c}$Values in the same row with different superscripts differ (P<0.05)

เอกสารอ้างอิง

กันยารัตน์ ไชยเสน. 2545.**การใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารผสมสำเร็จรูปสำหรับแพะ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ไกรลาศ เขียวทอง. 2556.**คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง** 1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา, ปากช่อง, นครราชสีมา. 24 น.

ชุติพงศ์เนตรพระ. 2556. **ผลของการใช้หญ้าขนและต้นข้าวโพดฝักอ่อนสับเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตโคอินทรีย์ในระยะสุดท้าย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นพรัตน์ เหรียญทองสุริยะ สะวานนท์ภูมพงศ์ บุญแสน พีรชิต ไชยหาญ ธีราภรณ์ ปัญญาบุญ ปรีชา อินนุรักษ์ และวรเทพ ชมพูนิตย์. 2553. การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนที่ได้รับอาหารรูปแบบแตกต่างกัน.*ใน***การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 48 สาขาสัตว์**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2546. **ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1 . หจก. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่.

พีรชิต ไชยหาญ. 2553. **อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตของโคเนื้อลูกผสม**.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม

รุจิรักษ์ ธุรกิจ. 2552.**ผลของน้ำมันปาล์ม กรดมาลิก และโมเนซินต่อประสิทธิภาพการหมักและการย่อยได้ของโภชนะของโครยะแห้งนม และสมรรถภาพการผลิตโคเนื้อ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุริยะ สะวานนท์ และพีรชิต ไชยหาญ. 2554.ผลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในสูตรอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคเนื้อลูกผสม. **ว. วิทยาศาสตร์เกษตร**.22(3): 235-244

สุริยะ สะวานนท์. 2552.**จุลชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพด้านจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน**. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม.

อนุสรณ์ เชิดทอง, ดำรงรักษ์ รักวงศ์ฤทธิ์, ฉลอง วชิราภากร, ธีระชัย หายทุกข์, สายัณ คัณธินทร์, กษมา ตั้งมุททาภัทรกุล และธนกร สายสิงค์. 2558. ผลของการเสริมกระถินหมักและหญ้าเนเปียร์หมักปากช่อง 1 หมักปริมาณการกินได้ นิเวศวิทยาในรูเมน และสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย.**ว. แก่นเกษตร** 43 ฉบับพิเศษ.

Broderick, G.A., R.J. Wallace and E.R. Ørskov. 1991. Control of rate and extent of protein degradation. Pages 541–592 in Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants. T. Tsuda, Y. Sasaki, and R. Kamashima, ed. **Academic Press**, Orlando, FL

Jordan, E., D. Kenny, M. Hawkins, R. Malone, D. K. Loveet and F.D O'Mara. 2006. Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output and performance of young bulls. **J. Anim. Sci.** 84(9): 2418–25

Kamalak, A. O. Canbolat, A. Erol, C. Kilinc, M. Kizilsimsek, C. O. Ozkan and E. Ozkose. 2005. Effect of variety on chemical composition, in vitro gas production, metobolizable energy and organic matter digestibility of alfalfa hays. **Livestock Res. Rural Dev**. 17 (7) 2005

Karabulut, A., O. Canbolat, H. Kalkan, F. Gurbuzol, E. Sucu and I.Filya. 2007. Comparison of *in vitro* gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 4(20): 517–522.

Makkar, H.P.S. 2005. *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. **Anim. Feed Sci. Technol.** 123-124:291–302.

Makkar, H.P.S.,M.Blümmel, and K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. **Br. J. Nutr**. 73(6): 897–913.

National Research Council.2001. **Nutrient Requirement of Dairy Cattle**. 7th ed. (revised). National Academic Science, Washington, DC, USA. 223 p.

Ørskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agri. Sci**. 92:499–503.

Pavan, E., S.K. Duckett and J.G. Andrae. 2007. Corn oil supplementation to forage-finished steers. I. Effects on in vivo digestibility, performance and carcass traits. **J. Anim. Sci**. 85: 1330–1339.

Sallam, S.M.A.,M.E.A. Nasser, A.M.El-Waziry, I.C.S. Bueno, andA.L.Abdalla. 2007. Use of an *in vitro* rumen gas production technique to evaluate some ruminant feedstuffs. **J. Appl. Sci. Res**. 1: 34–41.

Weatherburn, M.W. 1967. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Anal. Chem**. 39:971–974.

ผลของการเสริมกระถินสดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบในกระบือปลัก

Effects of Fresh Leucaena Supplementation with Pakchong-1 Napier Grass as Roughage Source in Swamp Buffalo

สุลิตา แพรอัตร์[1] พงศ์ธร คงมั่น[1] ทรงยศ โชติชุติมา[2] สุวิชบุญโปร่ง[3]และสมเกียรติ ประสานพานิช[1*]

Sulita Prae-ut[1] Phongthorn Kongmun[1] Songyos Chotchutima[2] Suvit Boonprong[3] and Somkiert Prasanpanich[1*]

บทคัดย่อ

กระบือปลักไทยเพศผู้ จำนวน 12 ตัว อายุเฉลี่ย 18 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 231±38.58กิโลกรัม ทำการสุ่มกระบือออกเป็น 3 กลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และได้รับอาหารหยาบที่แตกต่างกัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสดเต็มที่(100%) กลุ่มที่ 2 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด (70%) ร่วมกับกระถินสด (30%) และกลุ่มที่ 3 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด (50%) ร่วมกับกระถินสด (50%) ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในกลุ่มที่มีกระถินสดจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีกระถินสด ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดทั้งก่อนและหลังได้รับอาหาร 4 ชั่วโมงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งในกลุ่มที่ได้รับกระถินสด 50%มีค่าสูงที่สุดจากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า การเสริมกระถินสดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบในกระบือปลักสามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดของกระบือปลักได้

ABSTRACT

Twelve Thai–male swamp buffaloes, averaging 18 months old with approximately231±38.58 kg, were assigned under the completely randomized design (CRD) of 3 treatments with 4 animals in each group as Treatment 1: 100% Pakchong-1 napier grass, Treatment 2: 70% Pakchong-1 napier grass + 30% leucaena and Treatment 3: 50% Pakchong-1 napier grass + 50% leucaena. It was found that Body weight gainand ADG were significantly higher ($P<0.05$) in T2 and T3 than those in T1. Blood urea nitrogen concentration was significantly higher ($P<0.05$) in T3 and T2 than in T1. At 0 and 4 h post-feeding, BUN concentrations were significantly higher ($P=0.002$, $P=0.016$) in T3 and T2 than in T1 ($P<0.05$). Based on this experiment, it could be concluded that fresh leucaena supplementation with Pakchong-1 napier grass as roughage source in swamp buffalo increased growth rate and concentration of blood urea nitrogen in Thai swamp buffalo.

Key Words: *Leucaenaleucocephala*, swamp buffalo,growth performance

[*]Corresponding author; e-mail address: **agrskp@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture,Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture,Kasetsart University, Bangkok 10900

[3]กองส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ10400

[3]Division of Livestock Extension and Development, Department of Livestock Development, Bangkok 10400

คำนำ

ปัจจุบันพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์มีปริมาณลดลง และมีอยู่อย่างจำกัด เนื่องจากเกษตรกรนิยมปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดอื่นเพิ่มขึ้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ประกอบกับพืชอาหารสัตว์ที่ปลูกสร้างขึ้นมาหรือทุ่งหญ้าธรรมชาติที่มีอยู่เดิมนั้น มีผลผลิตและคุณภาพค่อนข้างต่ำ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ จึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าหาพันธุ์หญ้าที่ให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดีมาใช้เลี้ยงสัตว์ แล้วเสริมด้วยกระถินสด เพื่อเสริมโปรตีนในอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องและเป็นการลดต้นทุนในการผลิตให้กับเกษตรกร

กระถิน (*Leucaenaleucocephala*) เป็นพืชตระกูลถั่วพบมากในประเทศไทยทุกภูมิภาค ปลูกง่าย และทนต่อสภาพแวดล้อม ขยายพันธุ์เร็วและเจริญเติบโตเร็ว ใบกระถินสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนในระดับที่สูง โดยพบว่ามีมากกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์, 2538) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าในใบกระถินมีสารออกฤทธิ์สำคัญ คือ ไมโมซีน (mimosine) ซึ่งมีสูตรทางเคมีคือ [b-N-(3-hydroxy-4-pyridone)-aminopropionic acid] ซึ่งไมโมซินสามารถเข้าไปแทนที่ในกระบวนการเมตาบอลิซึมหากสัตว์ได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากจะไปขัดขวางกระบวนการเมตาบอลิซึม และเกิดการเป็นพิษต่อสัตว์ได้ (Garcia *et al*., 1996) อย่างไรก็ตามพบว่า สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้กระถินเป็นอาหารในปริมาณที่สูงได้โดยที่ไม่ส่งผลเสียและเป็นพิษต่อร่างกาย จากการรายงานของ Garcia *et al.* (1996) พบว่า ภายในกระเพาะรูเมนของแพะมีจุลินทรีย์ที่ชื่อว่า *Synergistesjonesii*ซึ่งสามารถเปลี่ยนไมโมซินให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษซึ่งมีสูตรทางเคมีคือ3, 4-dihydroxypyridine (3, 4-DHP) และถูกเปลี่ยนอีกเป็น 2, 3-DHP(Kudo*et al*., 1990) มีการรายงานการใช้กระถินในสัตว์พบว่า การเสริมใบกระถินอัดเม็ดที่ระดับ 450 กรัม/ตัว/วัน เป็นแหล่งโปรตีนที่ดีสำหรับกระบือปลักที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำโดยเฉพาะฟางข้าวซึ่งเพิ่มความสามารถในการกินได้ (Hung*et al*., 2013) และสารแทนนินในใบกระถินช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโปรตีนไหลผ่านในกระบือ (กุลภัทร์, 2550)

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมกระถินสดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบในกระบือปลักเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตกระบือให้กับเกษตรกร และเป็นแนวทางในการส่งเสริม และพัฒนาการเลี้ยงกระบือของประเทศไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้ใช้กระบือปลักไทยเพศผู้ จำนวน 12 ตัว อายุเฉลี่ย18เดือน น้ำหนักเฉลี่ย231±38.58 กิโลกรัม ทำการสุ่มกระบือออกเป็น 3 กลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และได้รับอาหารหยาบที่แตกต่างกัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสดเต็มที่(100%) กลุ่มที่ 2 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด (70%) ร่วมกับกระถินสด (30%)และกลุ่มที่ 3 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด (50%) ร่วมกับกระถินสด (50%)กระถินสดใช้ส่วนที่เป็นใบและกิ่งอ่อนที่มีสีเขียว นำมาสับด้วยเครื่องสับ ให้มีขนาด 2-3 เซนติเมตร แล้วใช้เลี้ยงกระบือระยะเวลาในการทดลอง 122 วัน ระหว่างเดือน สิงหาคม2557 – กุมภาพันธ์2558โดยให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน (เช้าและบ่าย) บันทึกปริมาณการกินได้ตลอดการทดลองเป็นรายวัน บันทึกน้ำหนักตัวของสัตว์เริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง เก็บตัวอย่างอาหารหยาบเพื่อศึกษาถึงปริมาณการกินได้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บตัวอย่างเลือด ของเหลวในกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังได้รับอาหาร นำตัวอย่างเลือดวิเคราะห์หาค่าน้ำตาลในเลือด (BG) ตามวิธีของ Tiffany *et al*. (1972) และค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด (BUN) โดยวิธี Urea-Berthelot (Henry *et al.,*1974) นำของเหลวในกระเพาะรูเมนมาวิเคราะห์หาค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (NH3-N)

โดยวิธีการของ Chaney and Marbach(1962) ตัวอย่างอาหารถูกนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ด้วยวิธี Proximate analysis (AOAC, 2000) และวิเคราะห์หาเยื่อใยโดยวิธี Detergent method (Van Soest*et al.,* 1991) ดังแสดงใน Table 1นำข้อมูลที่เก็บบันทึกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

Table 1 Chemical composition of leucaena and Pakchong-1 napier grass (on dry matter basis).

Item	Leucaena	Pakchong-1 napier grass
Dry matter	38.7	18.3
Crude protein	26.7	8.7
Ether extract	2.6	1.1
Crude fiber	15.5	36.3
Ash	8.1	7.7
Nitrogen free extract (NFE)	47.1	46.2
Acid detergent fiber	19.0	48.7
Neutral detergent fiber	27.2	68.6
Lignin	8.8	11.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ ปริมาณการกินได้ และอัตราการเจริญเติบโต

จาก Table 1หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่เป็นอาหารหยาบสำหรับกระบือในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า มีโปรตีนรวม 8.7% เยื่อใย NDF 68.6% และเยื่อใย ADF 48.7% ซึ่งเป็นอาหารหยาบคุณภาพดีสำหรับกระบือ (Whiteman, 1980) ค่าโปรตีนรวมในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อยู่ในระดับที่สูงกว่าปริมาณที่สัตว์ควรได้รับระดับปกติ คือ 7% (Hennessy, 1980) ซึ่งเป็นโปรตีนระดับปกติที่สัตว์เคี้ยวเอื้องต้องการสำหรับแบคทีเรียที่ย่อยเยื่อใยในกระเพาะรูเมน (Van Soest, 1987) การเสริมกระถินในอาหารสามารถช่วยเพิ่มโปรตีนให้กับสัตว์ มีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น (McDonald *et al*., 2011) ทั้งนี้กระถินสดที่ใช้ในการทดลองนี้มีโปรตีนรวม 26.7% ซึ่งเป็นกระถินในส่วนของใบและกิ่งสีเขียว โดยไม่มีกิ่งและลำต้นสีน้ำตาลปนอยู่ จึงทำให้มีโปรตีนสูง (Garcia *et al*., 1996) ทั้งเยื่อใย NDF และ ADF ในกระถินที่ 27.2% และ 19.0% ตามลำดับนั้น อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าปกติที่ 34.00–42.00% ของเยื่อใย NDFและ 18.50–26.50% ของเยื่อใย ADFตามลำดับ ฉะนั้นกระถินในงานทดลองนี้จึงจัดเป็นแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดีสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง(Bakshi and Wadhwa, 2007)

อนึ่งค่า NFE ในอาหารหยาบทั้งสองชนิดนั้นอยู่ระหว่าง 46.2-47.1%DM ซึ่งจัดว่าต่ำกว่าวัตถุดิบแหล่งพลังงานอื่นๆ เช่นมันเส้นและข้าวโพดที่มีค่า NFE ประมาณ 77.5%DM (ทวี, 2527) และ 61%DM (วิโรจน์,

2546) ตามลำดับ ดังนั้นการให้อาหารหยาบทั้งสองชนิดแก่กระบือในงานทดลองนี้ อาจจะทำให้สัตว์ขาดพลังงานบางส่วน (เมธา, 2529; McDonald *et al.,* 2011)

ปริมาณการกินได้รวมแต่ละกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05; Table 2)ปริมาณการกินได้รวมสูงที่สุด คือ กลุ่มที่ 3ซึ่งมีการเสริมกระถินสด 50%การเสริมกระถินที่เป็นอาหารหยาบที่เป็นแหล่งโปรตีนจะช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้รวมของสัตว์ และทำให้สัตว์ได้รับทั้งโปรตีนและพลังงานเพิ่มขึ้น(Singh *et al.,*2009)อย่างไรก็ตาม ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัวอยู่ในระดับ2.57-2.78 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานในช่วง 3-4 % ของน้ำหนักตัว (NRC, 1996) ก็เนื่องมาจากสัตว์ในงานทดลองนี้ได้รับเพียงอาหารหยาบคุณภาพดีเท่านั้น ซึ่งเยื่อใยที่ย่อยไม่ได้ในอาหารหยาบทั้งสองชนิดโดยเฉพาะส่วนของ Lignin นั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณการกินได้และการย่อยได้ลดลง อาจนำไปสู่การจำกัดสมรรถภาพการเจริญเติบโต(Van Soest, 1987)นอกจากนั้นกระบือที่ได้รับการเสริมกระถินไม่ได้แสดงอาการความเป็นพิษจากไมโมซีนในกระถิน เช่น ขนร่วงหรือการกินอาหารลดลง ทั้งนี้กระบือเหล่านี้น่าจะมีจุลินทรีย์ *Synergistesjonesii*ในกระเพาะหมัก ซึ่งสามารถทำลายพิษของไมโมซีนได้ (Jones, 1994)

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตของกระบือในทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001) โดยกระบือในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ที่ได้รับการเสริมกระถินสดเป็นแหล่งโปรตีนและให้พลังงาน ทำให้กระบือในทั้งสองกลุ่มนี้ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ที่ไม่ได้เสริมกระถินในอาหารโปรตีนรวมที่ได้รับจากกระถินช่วยให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนทำงานได้ดีขึ้น การเกิดจุลินทรีย์โปรตีนและแทนนินในกระถินจะมีส่วนช่วยให้เกิดโปรตีนไหลผ่านไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ทำให้สัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่ากระบือในกลุ่มที่ 1 (McDonald *et al*., 2011)

Table 2 Dry matter feed intake and growth performance in swamp buffaloes among the treatments

Item	Treatment			P-value
	T1	T2	T3	
Number of buffalo	4	4	4	-
Initial weight, kg	236.25 ± 37.11	226.75 ± 40.55	230.00 ± 48.74	0.949
Final weight, kg	258.25 ± 34.51	296.50 ± 44.49	291.75 ± 47.12	0.416
Body weight gain, kg	22.00^{b} ± 9.31	69.75^{a} ± 11.76	61.75^{a} ± 5.38	<0.001
ADG (g/h/d)	180.33^{b} ± 76.31	571.72^{a} ± 96.38	506.15^{a} ± 44.08	<0.001
DMI (kg/h/d)				
Pakchong-1 napier grass	6.36^{a} ± 0.91	3.76^{b} ± 0.63	2.34^{c} ± 0.48	<0.001
leucaena	-	3.45^{b} ± 0.54	4.94^{a} ± 1.01	<0.001
Total DMI (kg/h/d)	6.36 ± 0.91	7.20 ± 1.16	7.27 ± 1.48	0.521
%DMI per Body weight	2.57	2.75	2.78	

$^{a, b, c}$ Values on the same row with different superscripts differed (P<0.05), ADG = Averaged daily gain, DMI = dry matter intake.

T1 = 100% Pakchong-1 napier grass, T2 = 70%Pakchong-1 napier grass + 30% leucaena,T3 = 50% Pakchong-1 napier grass + 50% leucaena

ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมน น้ำตาลในเลือด และยูเรียไนโตรเจนในเลือด

กระบือในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ที่ได้รับหญ้าสดเสริมกระถินสด ซึ่งได้รับแหล่งโปรตีนสูงจากกระถิน ทำให้ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นมากกว่ากระบือในกลุ่มที่ 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05; Table 3)ทั้งนี้โปรตีนที่สัตว์ได้รับเพิ่มขึ้นจากกระถินส่งผลมาจากมีการย่อยสลายอาหารประเภทโปรตีนเพิ่มขึ้นจึงเกิดแอมโมเนียไนโตรเจนจากของเหลวในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นหลังจากกินอาหารไปแล้ว 4 ชั่วโมง ซึ่งความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในทั้งสามกลุ่มการทดลองนั้นอยู่ในเกณฑ์ปกติที่ 5-8 mg% แต่ค่าที่ 4 ชั่วโมงมีค่าสูง หากได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นปริมาณดังกล่าวจะลดลง (Satter and Slyter, 1974) ซึ่งปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่มากเกินไปในกระเพาะรูเมนถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนและถูกส่งไปที่ตับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดจากนั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของยูเรียและถูกขับออกจากร่างกายในรูปของปัสสาวะ (Carvalho*et al.*, 2010) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การเสริมกระถินในสูตรอาหาร ส่งผลให้สูญเสียพลังงานในปัสสาวะเพิ่มขึ้น เมื่อพลังงานในอาหารขาดแคลน(Haque*et al.*, 2008)

Table 3 Concentrations of ruminal ammonia-N, blood glucose (BG) and blood urea nitrogen (BUN) of animals among the treatments.

Item	Treatments			SEM	P-value
	T1	T2	T3		
RuminalNH_3-N, mg/dl					
0 h	6.92	7.01	6.59	0.42	0.910
4 h	7.59	7.97	7.95	0.19	0.780
BG, mg/dl					
0 h	84.8	85.0	75.8	3.31	0.473
4 h	74.5	68.8	66.5	3.25	0.629
BUN, mg/dl					
0 h	9.75^{b}	14.3^{a}	16.3^{a}	0.94	0.002
4 h	13.3^{b}	16.3^{ab}	18.3^{a}	0.80	0.016

[a, b, c] Values on the same row with different superscripts differed (P<0.05), SEM = standard error of the means.

T1 = 100% Pakchong-1 napier grass, T2 = 70%Pakchong-1 napier grass + 30% leucaena,T3 = 50% Pakchong-1 napier grass + 50% leucaena

ระดับความเข้มข้นของกลูโคสในเลือด ทั้งก่อนและหลังอาหาร 4 ชั่วโมงในระหว่างกลุ่มการทดลอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)แต่ระดับความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดของสัตว์หลังการเสริมกระถินสดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า ระดับความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดลดลง แสดงว่าพลังงานในอาหารหยาบทั้งสองไม่เพียงพอจึงทำให้ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดลดลง แต่ในขณะเดียวกันนั้นค่า BUN หลังสัตว์กินอาหารไปแล้ว 4 ชั่วโมง ยังมีค่าสูงอยู่ แสดงว่าพลังงานกับโปรตีนในอาหารที่สัตว์ได้รับนั้น ไม่สมดุลกัน สัตว์ขาดพลังงานบางส่วน

ทำให้ค่า BUN ยังสูงอยู่ (Canfield *et al.*,1990) อย่างไรก็ตามหากอาหารหยาบมีพลังงานเพิ่มขึ้นปริมาณดังกล่าวจะเพิ่มขึ้น สัตว์จะใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น (Church, 1979)

ระดับความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือด ทั้งก่อนและหลังอาหาร 4 ชั่วโมงในระหว่างกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การเสริมกระถินสดในอาหารหลังได้รับอาหารแล้วเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทำให้ค่าเพิ่มขึ้นแต่ยังสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 11-15mg% (Byer and Moxon, 1980) พบว่า มีการเพิ่มการย่อยอาหารประเภทโปรตีนในกระเพาะรูเมนจากกระถิน เนื่องจากในกระถินมีไนโตรเจนสูงซึ่งจำเป็นต่อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนในกระเพาะรูเมนสูงขึ้น (Van Soest, 1987; McDonald *et al.*, 2011) อย่างไรก็ตามหากได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นปริมาณดังกล่าวจะลดลงกว่านี้(Church, 1979)

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า การเสริมกระถินสดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบในกระบือปลักสามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดของกระบือปลักได้ ดังนั้น ควรใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด 70% ร่วมกับกระถินสด 30%โดยน้ำหนักตัวของปริมาณอาหารหยาบที่กระบือปลักควรได้รับต่อวัน เพื่อให้กระบือปลักมีการเจริญเติบโตสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์บุรีรัมย์ ที่เอื้อเฟื้อสัตว์ทดลองและสถานที่ในการทดลอง และขอขอบคุณ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กองอาหารสัตว์.2538. **กระถิน**. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงกระเกษตรและสหกรณ์. เอกสารเผยแพร่.

ทวี แก้วคง. 2527. **โภชนะศาสตร์สัตว์เบื้องต้นและการให้อาหารสัตว์**. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์เกษตรไทย, 242 น.

กุลภัทร์ โพธิกนิษฐ. 2550. **การศึกษาปริมาณและการนำใช้ประโยชน์ของสารแทนนินในใบกระถิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโปรตีนไหลผ่านในกระบือ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เมธา วรรณพัฒน์. 2529. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 387 หน้า.

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2546. **โคนม**. ภาควิชาสัตวศาตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Bakshi, M.P.S. and M. Wadhwa. 2007. Tree leaves as complete feed for goat bucks.**Small Rum.Res.**69:74–78.

Byer, F.M. and A.L. Moxon.1980.Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle.**J. Anim. Sci.** 50:1136-1144.

Carvalho, G.G.P., Garcia, R., Pires, A.J.V..Silva, R.R., Pereira, M.L.A.,Viana, P.T., Santos, A.B. and Pereira, T.C.J. 2010. Nitrogen balance, urea concentrations and microbial protein synthesis in goats fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide. **R. Bras. Zootec.** 39: 2253-2261.

Canfield, R.W., C.J. Sniffen, and W.R. Butler. 1990.Effects of excessive degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 73: 2342-2349.

Chaney, A.L. and E.P. Marbach. 1962. Modified Reagents for Determination of Urea and Ammonia. **Clin. Chem.** 8: 130.

Church, D.C. 1979. **Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants.** Vol. II, O&S Book, Inc., Corvallis, Oregon, U.S.A. 350 p.

Garcia, G.W., T.U. Ferguson, F.A. Neckles and K.A.E. Archibald. 1996. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. **Anim. Feed Sci. Tech.** 60:29-41.

Haque, N., S. Toppo, M.L. Saraswat and M.Y. Khan. 2008. Effect of feeding *Leucaenaleucocephala* leaves and twigs on energy utilization by goats. **Anim. Feed Sci. Tech.** 142:330–338.

Hennessy, D.W. 1980. Protein nutrition of ruminants in the tropical areas of Australia. **Trop. Grassl.** 14: 260–265.

Henry, R.J., D.C.Cannon and J.W. Winkelman.1974.**Clinical chemistry, principles and techniques**, 2nd ed. Harper & Row, New York.

Hung, L.V., M. Wanapat and A. Cherdthong. 2013. Effects of Leucaena leaf pellet on bacterial diversity and microbial protein synthesis in swamp buffalo fed on rice straw. **Livestock Science.** 151:188-197.

Jones, R.J. 1994. Management of Anti-nutritive factors with special reference to Leucaena.In **Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture.**(Eds. R.C. Gutterridge and H.M. Shelton), Wallingford: CAB International.

Kudo, H., B. Tangendjaja and A.R. Mutalib. 1990. Mimosine degradation in the rumen, In: Hoshino, S., Onodera, R., Minato, H. and Itabashi, H., (Eds.), **The Rumen Ecosystem: The Microbial Metabolism and its Regulation,** Trop. Agric. Res. Centre, Japan Scientific Societies Press, Tsukuba, Ibaraki, Japan, pp. 73-81.

McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh, C.A. Morgan, L.A. Sinclair and R.G. Wilkinson. 2011. **Animal Nutrition.**7th Edition.Pearson Education.

NRC, 1996.**Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th revised edition National Academy of Science. Washington, DC.

Satter, L. D. and L. L. Slyter. 1974.Effect of ammonia concentration on rumen microbial proteinproduction *in vitro*.**Brit. J. Nutr.** 32:199-208.

Singh, S., S.S. Kundu, B.P. Kushwaha, and S.B. Maity.2009. Dietary energy levels response on nutrient utilization, nitrogen balance and growth in Bhadawaribuffalo calves. **Livest. Res. Rural Dev.** 21: 8.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. **Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach.** 2nd edition. McGraw-Hill, New York.

Tiffany, T.O., J.M. Jansen, C.A. Burtis, J.B. Overton and C.D. Scott. 1972.Enzymatic kinetic rate and end point analyses of substrate by the use of a GEMSAEC fast analysis. **Clin. Chem.** 18: 829-840.

Van Soest, P.J. 1987. **Nutritional Ecology of the Ruminant.**Cornell University Press, Ithaca, NY.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson andB.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74: 3583–3597.

Whiteman, P.C. 1980. **Tropical Pasture Science.**Oxford University Press. pp. 242-276.

ผลของอาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีน ต่อสมรรถนะภาพการผลิตและการแสดงออกของยีน *avUCP* ในกล้ามเนื้ออกของไก่เบตง (สายเคยู)

Effect of Low Protein Dietssupplemented with Methionineon Growth Performanceand*avUCP* Gene Expression in the breast muscle of Betong Chicken (KU line)

สมฤทัย เลิศพิมลพันธ์[1] ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์[1] พรรณวดี โสพรรณรัตน์[1] เชาว์วิทย์ ระฆังทอง[1] จิราภรณ์ มารยาท[1] และ วิริยา ลุ้งใหญ่[1*]

Somruthai Lertpimonpan[1],Chaiyapoom Bunchasuk[1] , Panwadee Sopannarath [1], Choawit Rakangtong [1] , Jiraporn Marayat [1]and Wiriya Loongyai[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้อาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตที่อายุ4-18 สัปดาห์ ของไก่เบตง (สายเคยู) โดยใช้ไก่เบตงรวมทั้งสิ้น 192ตัว ในไก่เพศผู้เริ่มต้นที่อายุ 4 สัปดาห์ถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง ประกอบด้วย กลุ่มควบคุม กลุ่มอาหารที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำ และกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโน กลุ่มละ4 ซ้ำ จากการศึกษาพบว่าไก่เบตงที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมเมทไธโอนีนมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำ ($P<0.01$)และไก่ที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำมีอัตราการกินได้มากกว่ากลุ่มอื่นๆ ($P<0.01$)เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มตัวแทนทุกหน่วยทดลองละ 2ตัวเพื่อเก็บข้อมูล กล้ามเนื้ออก การใช้เทคนิคreal-time PCR เพื่อตรวจหาการแสดงออกของยีน *avUCP* ในกล้ามเนื้ออกพบว่าไก่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมมีผลการแสดงออกที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำและกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโน

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effect of low protein diets supplemented with amino acids on growth performance of Betong chickens (KU-Line) from 4 to 18 weeks. A total of 192 chickens, 4-weeks-old, male. Betong chickens (KU-Line) were divided into 3 groups; control group , low protein diets and low protein diets supplemented with methionine. The studies showed that the chickens fed with low protein diets had the highest feed intake ($P<0.01$). However, FCR of thecontrol group and fed withlow protein diets plus Methioninewas significantly higher than fed with low protein diets ($P<0.01$). At the end of experiment, two birds per each replicate were randomly selectedand slaughtered to study the expression of *avUCP* gene by real-time PCR.The results showed that the expression of *avUCP* gene in breast muscle of chicken.fed with control diets was lowest when compared tolow protein and low protein diets + Met group.

Keywords: *avUCP*Gene , Low Protein, Total Sulfur Amino Acid

*Corresponding author; e-mail address: agrwrl@ku.ac.th

[1]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

บทนำ

ไก่เบตง (สายเคยู)เป็นที่นิยมอย่างมากเนื่องจากมีรสชาติที่อร่อยเมื่อนำมาประกอบอาหาร มีลักษณะเนื้อนุ่มไม่เหนียวเหมือนไก่พื้นบ้านพันธุ์อื่นๆ ไขมันใต้ผิวหนังน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับไก่เนื้อเชิงพาณิชย์โดยภาควิชาสัตวบาลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้นำมาเลี้ยงขยายพันธุ์ในฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกสิกิจเพื่อการอนุรักษ์สายพันธุ์ และศึกษาวิจัยในการพัฒนาสายพันธุ์จนกลายเป็นไก่เบตง (สายเคยู)

การใช้อาหารที่มีปริมาณโปรตีนต่ำเป็นการช่วยลดต้นทุนอาหารและช่วยลดต้นทุนการผลิตทั้งหมดได้ถึงร้อยละ 70 อย่างไรก็ตามการลดปริมาณของโปรตีนในอาหารมักจะลดประสิทธิภาพการเจริญเติบโต สัดส่วนของกล้ามเนื้ออกและมีการเพิ่มขึ้นของการสะสมไขมันในร่างกาย เนื่องมาจากความไม่สมดุลของกรดอะมิโน นอกจากนี้การขาดกรดอะมิโนหรือกรดอะมิโนไม่สมดุลส่งผลให้ไก่มีการกินอาหารลดลง ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักตัวลดลงการเสริมกรดอะมิโนลงไปเพื่อช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต(Emmert et al., 2000; Vieira *et al.,* 2004)โดยอัตราการเจริญเติบโตของไก่ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการนำอาหารไปใช้ของร่างกาย การนำสารอาหารไปสะสมในกล้ามเนื้อ ต้องอาศัยการสร้าง ATP จากไมโตคอนเดรียซึ่ง Uncoupling protein (UCP) เป็นโปรตีนที่ที่อยู่บนเนื้อเยื่อชั้นในของไมโทรคอนเดรีย ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งผ่านโปรตอนโดยผ่านกระบวนการหายใจระดับเซลล์และเปลี่ยนพลังงานที่ใช้ในการสังเคราะห์ ATP ไปเป็นพลังงานความร้อนโดย *avUCP*จะถูกกระตุ้นจากโปรตอนอิสระที่อยู่ในเยื่อชั้นในของไมโทรคอนเดรีย ให้ส่งผ่านเข้าสู่ Matrixแต่การแสดงออกของยีน *avUCP*ที่สูงขึ้นกลับทำให้ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารลดลงและลดการสร้าง ATP ในไมโทรคอนเดรียลง (Ojano-Dirain *et al.,*2007)

ในปัจจุบันข้อมูลความต้องการโภชนะของไก่เบตง (สายเคยู)มีอย่างจำกัดดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้อาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการศึกษาความสัมพันธ์ของการแสดงออกของยีน *avUCP* ของไก่เบตง (สายเคยู)

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

การทดลองในครั้งนี้ใช้ไก่เบตง (สายเคยู)เพศผู้ อายุ 4 วัน จำนวน 192ตัว โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete randomized design; CRD) โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3กลุ่มการทดลองประกอบด้วยกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำ กลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมเมทไธโอนีนการทดลองละ 4ซ้ำ ซ้ำละ 16ตัว

อาหารทดลองและโรงเรือน

อาหารทดลองเป็นอาหารพื้นฐาน (Basal diet) ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ ข้าวโพด และกากถั่วเหลือง (Table 1)สัตว์ทดลองได้รับการทำวัคซีนตามโปรแกรมของฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกสิกิจ ได้รับน้ำ และอาหารอย่างเต็มที่ตลอดการทดลอง ใช้อาหารสำหรับทดลองเป็น 2 ช่วงอายุคือ 4-12 สัปดาห์ และ 13-18 สัปดาห์ โดยเลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิดเหมือนกันทุกกลุ่มการทดลอง

Table1 Experimental diets

Ingredients (Kg)	Formula					
	4 – 12 weeks			13 – 18 weeks		
	18% CP	16% CP	16% CP+Met	16% CP	14% CP	14% CP+Met
Corn	63.95	70.99	71.52	72.34	77.25	77.26
Soybean 46%	29.73	23.83	23.20	23.49	18.06	17.56
Rice bran oil	2.41	1.23	1.05	0.78	0.30	0.30
Monodicalciumphosphate 21%	1.92	1.95	1.95	1.36	2.76	3.17
Calcium carbonate	1.54	1.57	1.57	1.55	1.27	1.10
Premix, Broiler	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Salt	0.18	0.18	0.18	0.14	0.13	0.13
L-Lysine			0.20			0.19
DL-Methionine	0.02		0.08			0.06
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nutritions by calculation (Requirements)						
Metabolisable energy Kcal/KG	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
Crude protein %	18	16	16	16	14	14
Methionine %	0.317	0.276	0.349	0.276	0.251	0.309
Methionine+cystine %	0.600	0.530	0.600	0.531	0.477	0.531
Lysine %	0.994	0.804	0.944	0.801	0.666	0.801
Threonine %	0.697	0.618	0.609	0.618	0.539	0.530
Tryptophane %	0.198	0.169	0.166	0.168	0.140	0.137
Fiber %	3.41	3.23	3.20	3.247	3.033	3.003
Fat %	5.20	4.18	4.01	3.777	3.385	3.377
Calcium %	1.00	1.00	1.00	0.900	1.00	1.00
Total P %	0.757	0.742	0.740	0.619	0.889	0.972
Available P %	0.450	0.450	0.450	0.350	0.582	0.651
Sodium %	0.200	0.200	0.200	0.150	0.150	0.150

CP = Crude protein Met = Methionine P = phosphorus

วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล

เมื่อการทดลองสิ้นสุดที่อายุ 12และ18 สัปดาห์ จะเก็บตัวอย่างเนื้ออกกลุ่มการทดลองละ 2ตัวโดยนำมาจัดเก็บไว้ใน RNAlater solution(Ambion, USA) ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียสทำการสกัด RNA โดยใช้ RNeasy®Fibrous Tissue Mini Kit (QIAGEN, Germany) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต ความเข้มข้นของ RNA จะวัดโดยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร โดยTotal RNA 400 นาโนกรัมถูกนำมาใช้ในการเตรียม complementary DNA (cDNA) ปฏิกิริยา Real-time PCR ใช้สีย้อมเรืองแสง SYBR GREEN (SYBRs GREEN PCR Master Mix, Bio-rad, USA) โดยprimerที่ใช้คือ *GAPDH* forward primer (5'-GAGGGTAGTGAAGGCTG-3') และ*GAPDH* reverse primer (5'-GGGAAGCAGGACCCTTTGTT-3' ; Liu *et al*., 2005)Annealing temperature 65 องศาเซลเซียส 30 วินาที จำนวน 40 รอบ*avUCP* forward primer (5'-GGAGTGCGTGGGCGTTGGAGA-3') *avUCP* reverse primer (5'-CGGTGGATGTGGTGAAGACGC 3' ; Colline*t al*., 2003)Annealing temperature 65 องศาเซลเซียส 30 วินาที จำนวน 40 รอบ เติม RNase-free water 7 ไมโครลิตร และ cDNA 1 ไมโครลิตรนำเข้าเครื่อง Real-time PCR รุ่น CFX connect Real-time System ยี่ห้อ (Bio-rad, USA)ซึ่งในการวัดการแสดงออกของยีนแต่ละรอบ ต้องวัดพร้อมกับ standard gene ของยีนนั้นทุกครั้งให้ครอบคลุมทุกช่วงของตัวอย่าง เพื่อนำกราฟที่ได้ไปใช้สำหรับคำนวณหาปริมาณที่แน่นอนของยีน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ตามแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1996)

ผลการทดลอง

ผลเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของไก่เบตง (สายเคยู) ที่ได้รับอาหารแตกต่างกันดังแสดงใน Table2 พบว่าน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตที่ 12 สัปดาห์ของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันในขณะที่อายุ 18 สัปดาห์ มีน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นโดยกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมเมทไธโอนีนและกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตมากกว่ากลุ่มอาหารโปรตีนต่ำทั้งในช่วงอายุ 12 และ 18 สัปดาห์ นอกจากนี้พบว่ากลุ่มอาหารโปรตีนต่ำมีอัตราการกินได้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมและกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมเมทไธโอนีน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)ทั้ง 2 ช่วงอายุ รวมไปถึงโดยกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโนและกลุ่มควบคุมมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่ากลุ่มอาหารโปรตีนต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)ทั้งที่อายุ 12 และ 18 สัปดาห์ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวพบว่าในช่วงอายุ 12 สัปดาห์ กลุ่มอาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโนและกลุ่มควบคุมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ต่ำกว่ากลุ่มอาหารโปรตีนต่ำและในช่วงอายุที่ 18 สัปดาห์พบว่ากลุ่มอาหารโปรตีนต่ำและกลุ่มอาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโนมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

การวัดการแสดงออกของยีน*avUCP*ในกล้ามเนื้ออกค่าที่รายงานเป็นการเปรียบเทียบปริมาณการแสดงออกของยีน *avUCP*กับยีน *GAPDH*โดยใช้ Realtime PCR พบว่าในไก่อายุ 12 สัปดาห์ที่ได้รับอาหารสูตร

ควบคุมมีการแสดงออกของยีน *avUCP*ที่สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำและอาหารโปรตีนต่ำเสริมเมทไธโอนีน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแต่ที่อายุ 18 สัปดาห์พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมมีการแสดงออกของยีน *avUCP*ต่ำกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำและอาหารโปรตีนต่ำเสริมเมทไธโอนีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

Table2 Effects of supplemented methionine in low protein diets on growth performence of Betong chicken

Treatment	BW (g)	BWG(g)	ADG(g)	FI(g)	FCR	FE	Relative mRNA expression of *avUCP*
4-12 Week							
18% CP	1461.08	1108.50	20.16	3230.938^{b}	2.935^{b}	0.344^{a}	0.0325
16% CP	1362.02	1012.27	18.41	3956.303^{a}	3.968^{a}	0.256^{b}	0.0099
16% CP +Met	1445.82	1092.18	19.86	3367.604^{b}	3.125^{b}	0.325^{a}	0.0135
SEM	26.867	26.176	0.476	108.369	0.159	0.014	0.0065
P-value	0.2928	0.3003	0.3003	0.0014	0.0029	0.0041	0.1024
13-18 Week							
16% CP	2125.874	1773.296	18.095	7046.316^{b}	3.974^{b}	0.252^{a}	0.0017^{B}
14% CP	2012.529	1662.779	16.967	8467.012^{a}	5.100^{a}	0.197^{b}	0.0247^{A}
14% CP +Met	2053.830	1700.189	17.349	7281.672^{b}	4.286^{a}	0.234^{a}	0.0251^{A}
SEM	20.910	20.352	0.208	216.904	0.163	0.008	0.0004
P-value	0.0645	0.0613	0.0613	0.0021	0.0012	0.0008	0.0458

$^{a, b, c}$ Means within the same column without the same superscript letter are significantly different (P<0.05)

CP = Crude protein Met = Methionine FI = Feed intake

FCR = Feed Conversion Ratio FE = Feed Efficiency

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำมีอัตราการกินได้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมด้วยกรดอะมิโนเมทไธโอนีนและกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการทดลองข้างต้นมีความสอดคล้องกับ Aletor *et al*. (2000) รายงานว่าอัตราการกินได้ของไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนต่ำ 15%CPมีผลสูงกว่าไก่กลุ่มที่เลี้ยงด้วยระดับโปรตีนสูง 22% CPเนื่องจากอาหารที่มีระดับโปรตีนที่ต่ำมีสัดส่วนของกรดอะมิโนในอาหารไม่

สมดุล ทำให้สัดส่วนของกรดอะมิโนอิสระในเลือดเปลี่ยนแปลงไป มีผลให้สมองส่วนควบคุมความต้องการอาหารทำงานผิดปกติ มีผลให้สัตว์กินอาหารได้ลดลงและทำให้ร่างกายสัตว์มีการเจริญเติบโตลดลง (Iyayi *et al*., 2014) นอกจากนี้ Putsakul (2010) รายงานว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของอัตราการกินได้ในไก่เบตงที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่างระดับ (1618 และ 20%)อย่างไรก็ตามมีผลการศึกษาการให้อาหารโปรตีนต่ำในไก่เนื้อพบว่าไก่ที่ได้รับอาหารระดับโปรตีนต่ำมีอัตราการกินได้ลดลง(Dean *et al*., 2006, Iyayi et al., 2014 and Ospia-Rojas, 2014) และการศึกษายังพบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำเสริมเมทไธโอนีนมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำ ซึ่งผลการทดลองข้างต้นมีความสอดคล้องกับ Vesco*et al*. (2013) มีการรายงานว่าการเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีนส่งผลให้น้ำหนักและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้นในระดับการเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีนที่ 0.08% เนื่องจากเมื่ออาหารที่มีโปรตีนเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึมในรูปของกรดอะมิโน ซึ่งการใช้อาหารโปรตีนต่ำเสริมกรดอะมิโนนั้นทำให้สัตว์ลดปริมาณของโปรตีนที่กินไปได้และใช้ประโยชน์จากกรดอะมิโนได้โดยตรงเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายและจากการศึกษางานวิจัยในครั้งพบว่าที่อายุ 18 สัปดาห์ การแสดงออกของยีน *avUCP*ในไก่ที่ได้รับอาหารกลุ่มโปรตีนต่ำและกลุ่มโปรตีนต่ำเสริมเมทไธโอนีนเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่พบในไก่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมโดยส่งผลให้ น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมสูงว่ากลุ่มอื่นๆเมื่อสอดคล้องจากผลการศึกษาของGasparino *et al*. (2015) รายงานว่าสัตว์ที่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงจะมีการแสดงออกของ mRNA UCP ต่ำ อาจจะแสดงให้เห็นว่าการแสดงออกของยีน *avUCP*ที่สูงจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงเนื่องจาก ยีน*avUCP*จะนำเอาพลังงานในการสร้าง ATP ไปผลิตเป็นพลังงานความร้อนส่งผลให้ลดการสร้าง ATP ทำให้สัตว์มีพลังงานที่จะนำสารอาหารไปสะสมในกล้ามเนื้อลดลงและส่งผลให้สัตว์มีสมรรถภาพการผลิตลดลง

สรุป

จากการศึกษาการเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีนในอาหารโปรตีนต่ำของไก่เบตง (สายเคยู) สามารถสรุปว่าการเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีนในอาหารโปรตีนต่ำและกลุ่มควบคุมส่งผลให้มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มอาหารโปรตีนต่ำ และพบว่าการแสดงออกของยีน *avUCP* ที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารมีผลลดลง อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้สมรรถภาพการผลิตลดลง

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยในการสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Aletor, V.A., I. Hamid, E. Neib and E. Pfeffer, 2000. Low-protein amino acid supplemented diets in broiler chickens:effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiency of nutrient utilization. **J. Sci. Food Agric.** 80: 547-554.

Collin, A., Buyse, J., van As, P., Darras, V. M., Malheiros, R. D., Moraes, V. M. B.,Reyns, G. E., Taouis, M. and Decuypere, E., 2003. Cold-induced enhancementof avian uncoupling protein expression, heat production, and triiodothyronineconcentrations in broiler chicks. **Gen. Comp. Endocrinol.** 130: 70-77

Dean, D. W., T. D. Bidner and L. L. Southern, 2006. Glycine supplementation to low protein, amino acid supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. **Poult. Sci.** 85:288-296.

Emmert, J. L., H. M. Edwards, and D. H. Baker, 2000. Protein and body weight accretion of chicks on diets with widely varying contents of soyabean meal supplemented or unsupplemented with its limiting amino acids. **Br. Poult. Sci.** 41: 204-213

Gasparino E., Voltolini D. M., Vesco A. P. D., Marcato S. M., Zancanela V., Grieser D. D. O., Khatlab A. D. S., Guimarães S. E. F., Oliveira Neto A. R., 2015. Thermal stress induces changes in gene expression and blood parameters in high and low feed efficiency meat quail. **Applied Genetics**. 56:253–260.

Iyayi, E. A., S. F. A. Aderemi, O. O. Ladele and A. Popoola, 2014. Effects of low protein diets supplemented with high amino acid methionine or lysine on performance of broilers. **Am. J. of Exper. Agri.** 4(5): 525-531.

Liu Y, Oshima S, Kurohara K, Ohnishi K, Kawai K. 2005. Vaccineefficacy of recombinant GAPDH of Edwardsiellatarda against edwardsiellosis. **Microbiol Immunol**. 49:605–612

Ojano-Dirain, C., Toyomizu, M., Wing, T., Cooper, M., Bottje, W.G., 2007. Gene expression in breast muscle and duodenum from low and high feed efficient broilers. **Poult. Sci.** 86, 372–381.

Ospina-Rojas, I. C., A. E. Murakami, C. R. A. Duarte, C. Eyng, C. A. L. Oliveira and V. Janeiro, 2014. Valine, isoleucine, arginine and glycine supplementation of low-protein dites for broiler chickens during the starter and growth phases. **British Poul. Sci.** 55(6): 766-773.

Putsakul, A., Bunchasak, C., Chomtee, B., Kao-ian, S. and Sopannarath, P. 2010. Effect of dietary protein and metabolizable energy levels on growth and carcass yields in betong chicken (KU line). **The 48th of Kasetsart University Annual Conference.** 3-5 Feb 2010, Bangkok, Thailand: 158-166.

Vesco A. P. D., Gasparino E., Oliveira Neto A.R., Rossi R. M., Soares M. A. M., Silva S. C. C. D, 2013. Effect of methionine supplementation on mitochondrial genes expression in the breast muscle andliver of broilers. **science direct.** 151:284-291.

Vieira A. A., E. Colombari, L.A. De Luca Jr., D. S. A. Colombari and J. V. Menani. 2004. Cardiovascular responses to microinjection of L-glutamate into the NTS in AV3V-lesioned rats. **Brian. Res.** 1025: 106-120.

อิทธิพลของโครโมโซม Z ต่อค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่เบตง สายเคยู

Effect of Z Chromosome on Genetic Parameters of Egg Production Traits in Betong Chicken (KU Line)

กนก เชาวภาษี[1] ศรเทพ ธัมวาสร[1] วิริยา ลุ้งใหญ่[1] และ พรรณวดี โสพรรณรัตน์[1*]

Kanok Chaovapasee[1] , SornthepTumwasorn[1] , Wiriya Loongyai[1] and Panwadee Sopannarath[1*]

บทคัดย่อ

ลักษณะอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก (AFE) และจำนวนไข่เมื่ออายุ 300 วัน (EN300) แสดงออกเฉพาะในไก่เพศเมียเท่านั้น และโครโมโซม Z ในไก่เพศเมียจะได้รับมาจากพ่อเท่านั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของโครโมโซม Z ต่อค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะ AFE และ EN300 ของประชากรไก่เบตง สายเคยู ที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมโดยใช้แบบหุ่นทางสถิติหลายลักษณะสำหรับสัตว์เบื้องต้น และแบบหุ่นทางสถิติหลายลักษณะสำหรับสัตว์เบื้องต้นร่วมกับอิทธิพลเนื่องมาจากโครโมโซม Z ด้วยวิธีการ restricted maximum likelihood ผลการศึกษาพบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องมาจากโครโมโซม Z สำหรับลักษณะ AFE และ EN300 มีค่าเท่ากับ0.01 และ 0.02 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าอัตราพันธุกรรมโดยตรงของลักษณะ AFE อยู่ในระดับปานกลาง (0.20) และค่าอัตราพันธุกรรมโดยตรงของลักษณะ EN300 อยู่ในระดับสูง (0.52-0.54) ค่าสหสัมพันธ์ของทั้งสองลักษณะมีค่าเท่ากับ -0.76 ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าอิทธิพลของโครโมโซม Z ไม่มีผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะ AFE และ EN300 และการคัดเลือกแม่ไก่จากลักษณะ AFE สามารถทำให้ไก่มีผลผลิตไข่สูงขึ้น

ABSTRACT

Age of first egg (AFE) and egg number at 300 days of age (EN300) present only in female and the Z chromosome in hen is transported from its sires only. The aim of this study was to study the effect of Z chromosome on genetic parameters for AFE and EN300 in Betong chicken (KU line). The data used in this study were collected from Betong chicken (KU line) raised at Sunwanvajokkasikit chicken farm. Restricted maximum likelihood (REML) procedure was used to estimate (co)variance components from multiple-trait simple animal model and multiple-trait simple animal model plus the effect of Z chromosome. Heritability estimates of the Z chromosome for AFE and EN300 were 0.01 and 0.02, respectively. The direct heritabilities for AFE and EN300 were moderate (0.20) and high (0.52-0.54), respectively. Genetic correlation between AFE and EN300 was -0.76. These results indicated that the additive gene effect of Z chromosome did not affect on AFE and EN300 and selecting hen based on AFE could improve egg production traits indirectly in Betong chicken (KU line).

Key Words: Betong chicken, genetic parameter, egg production

* Corresponding author; e-mail address: **agrpds@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900.

คำนำ

ไก่พื้นเมือง (*Gallus domesticus*) เป็นไก่ที่เลี้ยงง่าย รสชาติเนื้อดี และมีความต้านทานต่อโรคในสภาพแวดล้อมประเทศไทยในประเทศไทยนิยมเลี้ยงไก่พื้นเมืองเพื่อบริโภคเนื้อ ไข่ เกมกีฬาและเลี้ยงเพื่อความสวยงาม (ปิ่น และคณะ, 2543; สุมิตรา 2550) แต่ไก่พื้นเมืองไทยมีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าไก่เนื้อทางการค้า และให้ผลผลิตไข่น้อยกว่าไก่พ่อแม่พันธุ์ทางการค้า อย่างไรก็ตามไก่พื้นเมืองมีแนวโน้มได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้นทุกปี (วุฒิไกร และคณะ, 2556) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาไก่พื้นเมืองทั้งลักษณะการเจริญเติบโต และลักษณะไข่เพื่อส่งเสริมอาชีพของเกษตรกรไทย

ไก่เบตงเป็นไก่พื้นเมืองที่นิยมเลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย (ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส) ไก่เบตงมีต้นกำเนิดมาจากไก่แลงซาน ถูกนำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยโดยคนจีนที่อพยพมาจากเมืองกวางไส ประเทศจีน (นิรัตน์ และ รัตนา, 2539; สุมิตรา, 2550; อนุพล และคณะ, 2553) ไก่เบตงมีลักษณะคุณสมบัติที่ดีกว่าไก่พื้นเมืองไทยชนิดอื่น ๆ เลี้ยงง่าย โตไว คุณภาพเนื้อดี เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และมีความทนทานต่อโรคและแมลงในสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี (อนุพล และคณะ, 2553) แต่ปัญหาที่พบ คือ ไก่เบตงให้ผลผลิตไข่ต่ำ ดังนั้นฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เห็นถึงศักยภาพในการผลิต และปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวในไก่เบตงจึงถูกนำมาพัฒนาและปรับปรุงพันธุกรรมให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคแต่ยังคงลักษณะประจำพันธุ์บางลักษณะของไก่เบตงไว้ เรียกว่า ไก่เบตง สายเคยู (พรรณวดี, 2553; อนุพล และคณะ, 2553; นัฐพงษ์ และคณะ, 2556) ในขั้นตอนแรกฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจได้มุ่งเน้นการขยายขนาดของฝูงและพัฒนาศักยภาพด้านการเจริญเติบโตเป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามต้นทุนการผลิตลูกไก่ขึ้นอยู่กับจำนวนไข่และจำนวนลูกไก่ที่ฟักออกมา ดังนั้นการพัฒนาศักยภาพด้านผลผลิตไข่จำเป็นต้องพัฒนาเพื่อหาจุดที่เหมาะสมควบคู่กันไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะอายุการให้ไข่ฟองแรก (age at first day of laying egg, AFE) และจำนวนไข่เมื่ออายุ 300 วัน (egg number at 300 days of age, EN300) ในปัจจุบันการคัดเลือกจะใช้ค่าความสามารถทางพันธุกรรม (estimated breeding value, EBV) ซึ่งจำเป็นต้องทราบค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม เช่น ค่าอัตราพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม เพื่อใช้สำหรับการวางแผนการคัดเลือกสัตว์และวางแผนการผสมพันธุ์และประเมินค่า EBV

ลักษณะการให้ผลผลิตไข่เป็นลักษณะที่ถูกจำกัดโดยเพศของสัตว์ ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมโดยใช้แบบหุ่นทางสถิติหลายลักษณะสำหรับสัตว์โดยทั่วไป (multiple-trait simple animal model) จะคำนวณอิทธิพลแบบบวกสะสมโดยใช้ เมทริกความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ (numerator relationship matrix) ที่ได้รับถ่ายทอดยีนจากพ่อ และแม่มาอย่างละครึ่ง (Mrode and Thompson, 2005) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วสัตว์ปีกเพศเมียมีโครโมโซมแบบ heterogametic sex โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครโมโซม Z จะถูกถ่ายทอดมาจากพ่อของสัตว์ตัวนั้น ๆ เท่านั้น (Gross, 1990) สามารถคำนวณอิทธิพลแบบบวกสะสมอื่น ๆ ได้แก่ อิทธิพลแบบบวกสะสมเนื่องมาจากโครโมโซม Z ซึ่งอาจส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมที่ประมาณได้มีความแม่นยำในการประมาณค่าเพิ่มสูงขึ้น (Gross, 1990)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของโครโมโซม Z ต่อค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะ AFE และ EN300 ของประชากรไก่เบตง สายเคยู

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูล

ข้อมูลลักษณะ AFE และ EN300 ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้รวบรวมจากไก่เบตง สายเคยู เพศเมีย ที่เลี้ยงในฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เกิดระหว่างปี พ.ศ. 2557 ถึง 2559 จำนวน 654 ตัวจากพันธุ์ประวัติจำนวน 1,401 ตัว (Table 1) ไก่เบตง สายเคยู เพศเมีย ที่เกิดในปีและชุดฟักเดียวกันจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มการจัดการเดียวกัน (contemporary group, CG) และเมื่อไก่เบตง สายเคยู เพศเมีย อายุ 17 สัปดาห์จะถูกแยกเลี้ยงแบบเดี่ยวบนกรงตับ เพื่อใช้เก็บข้อมูลลักษณะการให้ผลผลิตไข่ โดยควบคุมโปรแกรมวัคซีน และโปรแกรมแสงตามโปรแกรมของฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิ-กิจ คือ ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ให้อาหารเพียงพอต่อการให้ผลผลิตประมาณ 100 กรัมต่อตัวต่อวัน

Table 1 Data structure of Betong chicken (KU line) population

Item[1/]	AFE	EN300
Number of animals in pedigree	1,401	1,401
Number of records in data	654	600
Number of sires	197	197
Number of sires with progeny records in the data	94	94
Number of dams	450	450
Number of dams with progeny records in the data	231	231

[1/]AFE = Age at first day of laying egg, EN300 = egg number at 300 days of age

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้อง ทำการตัดข้อมูลที่ไม่ทราบพ่อและแม่ และข้อมูลที่ไม่เชื่อมโยงกับสัตว์ตัวอื่นออกจากชุดข้อมูล และวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา ด้วยคำสั่ง PROC MEANS และ PROC UNIVARIATE ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS University Edition (SAS, 2015)

การวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน และ -2log$L$ ของลักษณะ AFE และ EN300 ด้วยวิธี restricted maximum likelihood (REML) ที่ใช้กลวิธีคำนวณค่าแบบ average information algorithm ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป WOMBAT (Meyer, 2013) โดยใช้แบบหุ่นทางสถิติ 2 แบบ คือ แบบหุ่นทางสถิติหลายลักษณะสำหรับสัตว์เบื้องต้น และแบบหุ่นทางสถิติหลายลักษณะสำหรับสัตว์เบื้องต้นร่วมกับอิทธิพลแบบบวกสะสมเนื่องจากโครโมโซม Z

แบบหุ่น 1 $$y_i = \mathrm{X_i} b_i + \mathrm{Z_i} a_i + e_i \quad (1)$$

แบบหุ่น 2 $$y_i = \mathrm{X_i} b_i + \mathrm{Z_i} a_i + \mathrm{Z_i} s_i + e_i \quad (2)$$

โดยที่ y_i คือ เวคเตอร์ของค่าสังเกตสำหรับลักษณะ AFE และ EN300; b_i คือ เวคเตอร์ของอิทธิพลคงที่ ได้แก่ CG; a_i คือ เวคเตอร์ของอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม; s_i คือ เวคเตอร์ของอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมเนื่องมาจากโครโมโซม Z; $\mathrm{X_i}$ คือ อินซิเดนซ์เมทริกซ์แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยคงที่กับค่าสังเกต $\mathrm{Z_i}$ คือ อินซิเดนซ์เมทริกซ์แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยแบบสุ่มที่มีความสัมพันธ์กับกับข้อมูล e_i คือ เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่มอื่นๆ (residual error) และมีข้อกำหนด

$$\mathrm{E}[y_i] = \mathrm{X_i}b_i,\ \mathrm{Var}\begin{bmatrix}\mathrm{a}_i\\ \mathrm{s}_i\\ \mathrm{e}_i\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\mathrm{G}\otimes\mathrm{A} & 0 & 0\\ 0 & \mathrm{M}\otimes\mathrm{S} & 0\\ 0 & 0 & \mathrm{R}\otimes\mathrm{I}\end{bmatrix}$$

โดยที่ G คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมแบบบวกสะสมสำหรับลักษณะ AFE และ EN300; A คือ เมทริกซ์แสดงความสัมพันธ์ของสัตว์ในประชากรสำหรับออโตโซม (additive numerator relationship matrix for autosome); M คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมแบบบวกสะสมสำหรับสัตว์เพศผู้; S คือ เมทริกซ์แสดงความสัมพันธ์ของสัตว์ในประชากรสำหรับโครโมโซม Z (additive numerator relationship matrix for Z chromosome); R คือ เมทริกซ์ของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมอื่น และ I คือ อินซิเดนซ์เมทริกซ์

เปรียบเทียบแบบหุ่นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมที่มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยใช้ค่า likelihood ratio test (LRT) เปรียบเทียบกับค่า chi-square (โดยองศาความอิสระมีค่าเท่ากับ ความแตกต่างของจำนวนพารามิเตอร์) ถ้ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติให้เลือกแบบหุ่นที่มีค่าพารามิเตอร์มากกว่าเป็นแบบหุ่นที่มีความเหมาะสมที่สุด ถ้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญให้เลือกแบบหุ่นที่มีจำนวนพารามิเตอร์ที่น้อยกว่าเป็นแบบหุ่นที่มีความเหมาะสมมากที่สุดตามวิธีการของ Ghorbani *et al*., (2013)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ประชากรไก่เบตง สายเคยูที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยของลักษณะ AFE และ EN300 เท่ากับ 196.63±39.77 วัน และ 44.81±29.08 ฟองตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบรายงานในไก่พื้นเมืองไทย พันธุ์อื่น ๆ พบว่าลักษณะ AFE มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับลูกผสมไก่พื้นเมืองไทยไก่ชี และไก่ประดู่หางดำ ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 171.10-219.00 วัน (สุภารัตน์, 2545; สุกัญญา, 2555; สุจิตรา และคณะ, 2556; วุฒิไกร และคณะ, 2557) แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะ AFE ของไก่เบตงในรายงานของ ปิ่น และคณะ (2547) ส่วนลักษณะ EN300 มีค่าใกล้เคียงกับรายงานไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์อื่น ๆ เช่น ไก่ชี และ ไก่ประดู่หางดำ (36.38-53.48 ฟอง; สจี และคณะ, 2555; สุกัญญา, 2555; สุจิตรา และคณะ, 2556) แต่อย่างไรก็ตามค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับลักษณะ AFE และ EN300 ในไก่เบตง สายเคยู (39.77 วัน และ 29.08 ฟอง ตามลำดับ) พบว่ามีค่าสูงกว่ารายงานอื่น ๆ (สุภารัตน์, 2545; สจี และคณะ, 2555; สุกัญญา, 2555; สุจิตรา และคณะ, 2556; วุฒิไกร และคณะ, 2557) นั้นหมายถึงประชากรของไก่เบตงมีความผันแปรของลักษณะปรากฏมีค่าสูง แต่ค่าดังกล่าวไม่สามารถระบุได้ว่าความผันแปรดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องมาจากพันธุกรรมในสัดส่วนเท่าไร

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

ค่าความแปรปรวนเนื่องมาจากอิทธิพลแบบบวกสะสม และความแปรปรวนลักษณะปรากฏของลักษณะ AFE และ EN300 จากทั้งสองแบบหุ่นทางสถิติ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน (Table 2) แต่อย่างไรก็ตามความแปรปรวนเนื่องมาจากอิทธิพลแบบบวกสะสมของโครโมโซม Z ของลักษณะทั้งสองมีค่าต่ำ (8.64 วัน^2 และ 11.39 ฟอง^2 ตามลำดับ) ซึ่งค่าความแปรปรวนลักษณะปรากฏ และความแปรปรวนส่วนอื่น ของทั้งสองลักษณะจากแบบหุ่น 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน นั้นแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มอิทธิพลแบบบวกสะสมเนื่องจากโครโมโซม Z เข้าไปในแบบหุ่น ไม่สามารถแยกความแปรปรวนเนื่องมาจากปัจจัยอื่น แต่ค่าความแปรปรวนเนื่องมาจากอิทธิแบบบวกสะสมมีค่าลดลง เนื่องมาจากการคำนวณอิทธิพลแบบบวกสะสมจะคำนวณความสัมพันธ์ของสัตว์ทั้งประชากรโดยจะได้รับการถ่ายทอดยีนจากพ่อ และแม่อย่างละครึ่ง (Mrode and Thompson, 2005) แต่ในความเป็นจริงแล้วโครโมโซม Z ในไก่เพศเมียจะได้รับการถ่ายทอดมาจากพ่อเท่านั้น ส่วนไก่เพศผู้จะได้รับการถ่ายทอดโครโมโซม Z มาจากพ่อและแม่อย่างละครึ่ง (Gross, 1990) จึงเป็นสาเหตุทำให้ความแปรปรวนเนื่องมาจากอิทธิพลแบบบวกสะสมมีค่าลดลง แต่อย่างไรก็ตามค่า LRT ในทั้งสองแบบหุ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นแบบหุ่น 1 จึงเป็นแบบหุ่นที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

Table 2 Variance component and genetic parameters in Betong chicken (KU line).

Item[1/]	Model 1		Model 2	
	AFE	EN300	AFE	EN300
σ_a^2	288.91	322.70	283.13	316.98
σ_s^2	-	-	8.64	11.39
σ_e^2	1,140.70	276.35	1,141.60	276.07
σ_p^2	1,429.60	599.05	1,433.40	604.43
$h^2 \pm SE$	0.20±0.08	0.54±0.09	0.20±0.10	0.52±0.13
$S^2 \pm SE$	-	-	0.01±0.11	0.02±0.15
-2log*L*	9,492.72		9,492.70	
LRT	0.02			

[1/]AFE = age at first egg (day^2), EN300 = egg number at 300 days of age (egg^2), σ_a^2 = the additive genetic variance, σ_m^2 = the additive genetic variance for male, σ_e^2 = the residual variance, σ_p^2 = phenotypic variance, SE = standard error, h^2 = heritability, S^2 = heritability for Z-chromosome, LRT = likelihood ratio test, $\chi^2_{0.05,3} = 7.82$

ค่าอัตราพันธุกรรมโดยตรงสำหรับลักษณะ AFE และ EN300 ทั้ง 2 แบบหุ่นมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าเท่ากับ 0.20, 0.20 และ 0.52, 0.54 ตามลำดับ (Table 2) แต่อย่างไรก็ตามแบบหุ่น 1 จะให้ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าแบบหุ่น 2 และเมื่อพิจารณาค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องมาจากโครโมโซม Z พบว่ามีค่าต่ำทั้ง 2 ลักษณะ (0.01 และ 0.02 ตามลำดับ; Table 2) ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมโดยตรงสำหรับลักษณะ AFE ในประชากร

ไก่เบตงสายเคยูที่ศึกษาครั้งนี้ มีค่าอยู่ในระดับต่ำใกล้เคียงกับประชากรไก่ชี (0.20;วุฒิไกร และคณะ, 2557) ไก่พื้นเมืองเกาหลี (0.12-0.32; Sang *et al*., 2006) และไก่พื้นเมืองประเทศอิหร่าน (0.31; Salehinasab *et al*., 2013) แต่มีค่าอัตราพันธุกรรมโดยตรงของลักษณะ AFE น้อยกว่าที่รายงานในลูกผสมไก่พื้นเมืองไทย (0.41; สุภารัตน์, 2545) และไก่ Rhode Island White (0.42; Wolc *et al*., 2010) ส่วนค่าอัตราพันธุกรรมโดยตรงลักษณะ EN300 มีค่าสูงกว่าประชากรลูกผสมไก่พื้นเมืองไทยที่รายงานไว้ (0.10; สุภารัตน์, 2545) ไก่ชี (0.15-0.22; ศิริลักษณ์, 2552; วุฒิไกร และคณะ, 2557) ไก่ประดู่หางดำ (0.26-0.27; วุฒิไกร และคณะ, 2557) และไก่พื้นเมืองประเทศอิหร่าน (0.15 to 0.34; Ghorbani and Kamali, 2007; Salehinasab *et al*., 2013; Yousefi *et al*., 2013) นั้นหมายความว่า ประชากรไก่เบตง สายเคยู สามารถคัดเลือกในลักษณะ EN300 ได้ง่ายกว่าไก่ประชากรอื่น ๆ เนื่องจากมีสัดส่วนความแปรปรวนเนื่องมาจากพันธุกรรมแบบบวกสะสมเทียบกับความแปรปรวนลักษณะปรากฏที่สูงกว่าประชากรไก่พันธุ์ดังกล่าว

ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ AFE และ EN300 จากแบบหุ่น 1 มีความสัมพันธ์กันแบบลบ (-0.51$\pm$0.03 และ -0.76$\pm$0.11 ตามลำดับ) ซึ่งแตกต่างกับรายงานของไก่ประดู่หางดำ (-0.04; วุฒิไกร และคณะ, 2557) และไก่พื้นเมืองประเทศเกาหลี (-0.05 to -0.52; Sang *et al*., 2006) เนื่องจากในประชากรดังกล่าวการปรับปรุงในแต่ละลักษณะอาจจะมีผลเล็กน้อยต่อการปรับปรุงในอีกลักษณะ แต่สำหรับการคัดเลือกแม่ไก่ในประชากรไก่เบตง สายเคยูที่ให้ไข่เร็วจะส่งผลทำให้ EN300 เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยแต่อย่างไรก็ตามค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานอื่น ๆ (เช่น วุฒิไกร และคณะ, 2557; Sang *et al*., 2006) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการพัฒนาพันธุกรรมของไก่เบตง สายเคยู ให้มีผลผลิตไข่ที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะ EN300 มีค่าสูง แต่มีข้อด้อยที่ต้องใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลที่นานกว่าลักษณะ AFE ดังนั้นหากการคัดเลือกสัตว์จากค่า EBV สำหรับลักษณะ AFE ให้มีค่าต่ำ และสัตว์ตัวนั้นมีค่า EBV ของลักษณะ EN300 สูง อาจช่วยลดต้นทุนในคัดเลือกแม่ไก่มากกว่าการคัดเลือกจากลักษณะ EN300

สรุป

อิทธิพลแบบบวกสะสมเนื่องมาจากโครโมโซม Z ไม่มีผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะ AFE และ EN300 ค่าอัตราพันธุกรรมจากแบบหุ่นที่ดีที่สุดสำหรับลักษณะ AFE และ EN300 มีค่าเท่ากับ 0.20$\pm$0.08 และ 0.54$\pm$0.09 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสำหรับทั้งสองลักษณะมีค่าเท่ากับ -0.51$\pm$0.03 และ -0.76$\pm$0.11 ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการปรับปรุงพันธุกรรมของลักษณะ AFE และ EN300 ที่สามารถปรับปรุงทั้งสองลักษณะได้ไปพร้อม ๆ กัน โดยการคัดเลือกไก่จากค่า EBV ของลักษณะ AFE มีค่าต่ำ ทำให้ EN300 มีค่าสูง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนพัฒนาอาจารย์และบุคลากรสำหรับสถาบันอุดมศึกษาในเขตพัฒนาเฉพาะกิจจังหวัดชายแดนภาคใต้ และฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูล คน และสถานที่ในการจัดเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นัฐพงษ์ หวังทวีสุขกมล, วิริยา ลุ้งใหญ่, บุญอ้อม โฉมที และพรรณวดี โสพรรณรัตน์. 2556. พารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวในไก่เบตง (สายเคยู). **ว. วิทย. กษ.**44 : 1 (พิเศษ).167-170.

นิรัตน์ กองรัตนานันท์ และ รัตนา โชติสังกาศ. 2539. การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตซากของไก่เบตงเปรียบเทียบกับของไก่พื้นเมืองและไก่ลูกผสมเบตง x พื้นเมือง. **ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย์.)**. 30 : 312 – 321.

ปิ่น จันจุฬา, เกรียงศักดิ์ ปัทมเรขา, วรวิทย์ วณิชาภิชาติ, สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข, ธำรง ทองจำรูญ และสมควร ทองปราง. 2543. **การเลี้ยงไก่เบตงในหมู่บ้านใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ของประเทศไทย**. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

ปิ่น จันจุฬา, วรวิทย์ วณิชาภิชาติ, ธำรง ทองจำรูญ และสมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข. 2547. การเลี้ยงไก่เบตงในหมู่บ้าน 3 จังหวัดชายแดนใต้ของประเทศไทย: การศึกษาลักษณะปรากฏการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซาก และลักษณะการให้ผลผลิตไข่ของไก่เบตง. **วารสารเกษตร**. 20: 278-288.

พรรณวดี โสพรรณรัตน์. 2553. ไก่เคยูเบตง. **วารสารสัตวบาล**. 20: 3-7.

วุฒิไกร บุญคุ้ม, มนต์ชัย ดวงจินดา, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ และภาคภูมิ เสาวภาคย์. 2556. ความเป็นไปได้ทางพันธุกรรมของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในการใช้เป็นสายไข่ของไก่ไทยสายพันธุ์สังเคราะห์. **ว. วิทย. กษ**. 44:1 (พิเศษ) : 163-166.

วุฒิไกร บุญคุ้ม, อิสระพงษ์ พบวงษา และ วิบัณฑิตา จันทร์กิติสกุล. 2557. ความเป็นไปได้ของการคัดเลือกพันธุกรรมหลายลักษณะร่วมกันโดยใช้โมเดลตัวสัตว์ในไก่พื้นเมืองไทย (ประดู่หางดำและชี). **แก่นเกษตร**. 42 (ฉบับพิเศษ 1) : 255 – 259.

ศิริลักษณ์ ชำนาญเอื้อ. 2552. **การประมาณกราฟการให้ผลผลิตไข่และการจำลองการคัดเลือกเพื่อเป็นสายแม่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ชี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สจีกัณหาเรียง, มนต์ชัย ดวงจินดา, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์, วุฒิไกร บุญคุ้ม และสุกัญญา เจริญศิลป์. 2555. การตรวจหารูปแบบยีน 24BP-PRL และ VIPR-1 ที่สัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทย. **แก่นเกษตร**.40 (ฉบับพิเศษ 2) : 351 – 356.

สุกัญญา เจริญศิลป์, มนต์ชัย ดวงจินดา, สุภร กตเวทิน และพรรณวดี โสพรรณรัตน์. 2555. การตรวจหาเครื่องหมายพันธุกรรมที่สัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำและพันธุ์ชี. **แก่นเกษตร**. 40 : 257 – 268.

สุจิตรา สราวิช, วรวิทย์ รักสงฆ์, จิรศักดิ์ ศรีเมฆารัตน์, จิระพันธ์ ห้วยแสน และกมลพร กำขันดี. 2556. การพัฒนาฝูงพ่อแม่พันธุ์ไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ชีด้วยดัชนีการคัดเลือก. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร (ฉบับพิเศษ)**. 112-118.

สุภารัตน์ ศรีส่วย. 2545. **การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของแม่ไก่พื้นเมืองไทย**. วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุมิตรา แสงวนิชย์. 2550. ไก่เบตง :หนึ่งศักยภาพในการพัฒนาชีวิตประชาชน 3 จังหวัดชายแดนใต้. **ว. บัณฑิตวิทยาลัย**. 2 : 2. 55 – 63.

อนุพล พุฒสกุล, ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, บุญอ้อม โฉมที, ศานิต เก้าเอี้ยน และพรรณวดี โสพรรณรัตน์. 2553. ผลของระดับโปรตีนและพลังงานในอาหารต่อการเจริญเติบโตและปริมาณซากในไก่เบตง (สายเคยู) น 158-166. *ใน***รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่** 48: **สาขาสัตว์**.

Ghorbani S. H. and M. A. Kamali. 2007. Genetic trend in economic traits in Iranian native fowl. **Pak. J. Biol. Sci.** 10: 3215-3219.

Ghorbani S. H., M. Tahmoorespur, A. Maghsoudi and R. Abdollahi-Arpanahi. 2013. Estimates of (co)variance components for production and reproduction traits with different models in Fars native fowls. **Livest. Sci.** 151: 155-123.

Grossman, M. 1990. Quantitative genetics with X-Chromosomal loci. **Poult. Sci.** 69: 115-138.

Meyer, K. 2013. **WOMBAT a Program for Mixed Model Analyses by Restricted Maximum Likelihood**. Animal Genetics and Breeding Unit, University of New England Armidale, NSW 2351.

Mrode, R. A. and R. Thompson. 2005. **Linear models for the prediction of animal breeding values**. 2 nd. CABI Publishing. UK.

Salehinasab, M., S. Zerehdaran, M. A. Abbasi, S. Alijani and S. Hassani. Determination of the best model for estimating heritability of economic traits and their genetic and phenotypic trends in Iranian native fowl. **Archiv Tierzucht**. 56: 237-245.

Sang, B. D., H. S. Kong, H. K. Kim, C. H. Choi, S. D. Kim, Y. M. Cho, B. C. Sang, J. H. Lee and H. K. Lee. 2006. Estimation of genetic parameters for economic traits in Korean native chickens.**Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 19: 319-323.

SAS. 2015. **Base SAS® 9.4 Procedures Guide**. 5th edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Wolc, A., M. Bednarczyk, M. Lisowski and T. szwaczkowski. 2010. Genetic relationships among time of egg formation, clutch traits and traditional selection traits in laying hens. **J. Anim. Feed Sci.** 19: 452-459.

Yousefi, A. Z., S. Alijani, S. A. Rafat, M. A. Abbasi and H. K. Daghigh. 2013. Estimation of maternal effects on the North-Iranian native chicken traits using Bayesian and REML method. **Slovak J. Anim. Sci.** 46: 52-60.

การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะขนาดร่างกาย บางลักษณะที่อายุ 4 สัปดาห์ ในไก่เบตง (สาย เคยู)

Estimations of Genetic Parameters for Some Body Measurement Traits at 4 Weeks of Age in Betong Chicken (KU Line)

กฤษณา อ่อนทอง[1] พรรณวดี โสพรรณรัตน์[1*] ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์[1] และ สมบัติ ประสงค์สุข[1]

Kridsana Onthong[1], Panwadee Sopannarath[1*], Chaiyapoom Bunchasak[1] and Sombat Prasongsook[1]

บทคัดย่อ

ขนาดของร่างกายของไก่มีความสัมพันธ์กับรูปทรง และปริมาณเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อการพัฒนาลักษณะรูปร่าง และขนาดร่างกายของไก่เบตง (สาย เคยู) ให้ตรงตามความต้องการของตลาดปัจจุบัน งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัว และลักษณะขนาดร่างกายบางลักษณะในไก่เบตง (สาย เคยู) ที่อายุ 4 สัปดาห์ การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลน้ำหนักตัว ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอก ที่อายุ 4 สัปดาห์ ในไก่เบตง (สาย เคยู) จำนวน 1,679 ตัว ข้อมูลสัตว์ในพันธุ์ประวัติ จำนวน 2,347 ตัว นำมาวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบของความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมด้วยวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) โดยใช้การวิเคราะห์หลายลักษณะด้วยโมเดลตัวสัตว์ (animal model) ผลการศึกษาพบว่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัว ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอก เท่ากับ 0.44, 0.26, 0.34 และ 0.21ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักตัวกับขนาดร่างกายทั้งหมด มีค่าอยู่ในช่วง 0.64-0.85 และ 0.42-0.54 ตามลำดับ ดังนั้นหากมีการคัดเลือกทางพันธุกรรมควรเน้นการคัดเลือกจากลักษณะน้ำหนักตัวที่อายุ 4 สัปดาห์ และส่งผลทำให้ลักษณะความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอกเพิ่มขึ้นตาม

ABSTRACT

Body size of chicken relates with body shape and size of cutting meat. To genetically improve those traits to meet the market need, the objective of this study was to estimate genetic parameters of body weight and some body measurements at 4 weeks old in Betong chicken (KU Line). Data of body weight (BW), hip width (HW), shank length (SL) and breast length (BL) at 4 weeks old in Betong chicken (KU Line) were collected from 1,679 birds, which constituted of 2,347 birds in the pedigree file. Variance and covariance components were estimated using Restricted Maximum Likelihood (REML) procedure and the multiple trait analysis was done using animal model. The results showed that the estimates of heritability for BW, HW, SL, and BL were found to be 0.44, 0.26, 0.34, and 0.19, respectively. Genetic and phenotypic correlations between body weight and all body measurements were ranged from 0.64 to 0.85 and 0.42 to 0.54 respectively. It can be concluded that genetic selection should be emphasized on BW at 4 weeks old and HW, SL and BL could be improved indirectly.

Keywords: Betong chicken (KU Line), body weight, body measurements, genetic parameters

* Corresponding author; e-mail address: **agrpds@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. 10900

คำนำ

ไก่เบตงนิยมเลี้ยงกันมากทางภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย เนื่องจากมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าไก่พื้นเมืองอื่น ๆ ทั่วไป ลักษณะของเนื้อเป็นสีเหลือง มีความนุ่ม และมีไขมันน้อย (นิรัตน์ และ รัตนา, 2539; ปิ่น, 2541) ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล็งเห็นโอกาสในการผลิตและปรับปรุงไก่พื้นเมืองดังกล่าว เนื่องจากเนื้อไก่พื้นเมืองสามารถขายได้ในราคาสูงกว่าเนื้อไก่ทางการค้าไก่เบตง (สาย เคยู) จึงถูกพัฒนา และปรับปรุงพันธุกรรม เพื่อมุ่งเน้นให้สามารถผลิตในเชิงการค้าในตลาดนี้ได้ โดยยังคงลักษณะของเนื้อให้มีความใกล้เคียงกับไก่เบตงดั้งเดิม ได้แก่ เนื้อมีรสชาติอร่อย เป็นที่ต้องการของตลาด เนื้อนุ่มไม่แข็งเหมือนไก่พื้นเมืองพันธุ์อื่น ๆ และไม่เหลวแฉะเหมือนไก่กระทง (พรรณวดี, 2553)

ในอดีตการซื้อไก่มักนิยมซื้อเป็นตัวเพื่อนำไปใช้ในการทำพิธีกรรมต่าง ๆ และบริโภคแต่ในปัจจุบันการอยู่อาศัยเป็นครอบครัวขนาดเล็กทำให้ผู้บริโภคไม่นิยมซื้อไก่ทั้งตัวแต่มักจะซื้อไก่แยกชิ้นส่วนนำไปบริโภคตามความต้องการซึ่งพบเห็นได้ชัดเจนโดยเฉพาะไก่เนื้อทางการค้า โดยเนื้อไก่จะถูกขายแยกชิ้นส่วนเป็นส่วนต่าง ๆ เช่น เนื้ออก น่อง ปีกบน น่องร่วมสะโพก และปีก เป็นต้น จะมีราคาแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามการเก็บข้อมูลลักษณะชิ้นส่วนต่าง ๆ จะทำได้ก็ต่อเมื่อสัตว์เป็นซากหรือตายแล้วเท่านั้น หากต้องการที่จะคัดเลือกสัตว์เพื่อเป็นพ่อ และแม่พันธุ์จะต้องใช้ข้อมูลสัตว์ในรุ่นลูก ซึ่งใช้ระยะเวลานานกว่าการใช้ข้อมูลจากสัตว์ 2 แหล่งรวมกัน คือ จากรุ่นพ่อแม่ และรุ่นลูก ดังนั้นการวัดขนาดของร่างกายสัตว์มีชีวิตแทนซากสัตว์ และการวัดขนาดร่างกายที่อายุน้อยอาจเป็นข้อมูลที่น่าสนใจหากสามารถใช้คัดเลือกเพื่อศึกษาลักษณะทางขนาด และรูปร่างของร่างกาย ดังนั้นการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวเป็นพื้นฐานเบื้องต้นที่จะถูกนำมาใช้ในแผนการปรับปรุงพันธุ์ ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นที่จะประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมได้แก่ น้ำหนักตัว และขนาดร่างกาย (ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอก)ที่อายุ 4 สัปดาห์ ซึ่งลักษณะขนาดร่างกายที่ศึกษานั้นเป็นส่วนที่มีราคา นอกจากนี้การศึกษาที่อายุน้อยสามารถช่วยร่นเวลาในการคัดเลือกและสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาการปรับปรุงพันธุกรรมเพื่อนำไปสู่การวางแผนพัฒนารูปร่าง และขนาดของไก่เบตงได้เร็วขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลที่ใช้ศึกษา

ข้อมูลไก่เบตง (สาย เคยู) ขนสีน้ำตาลทอง(1,179 ตัว) และขนสีขาว (500 ตัว) ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มาจากข้อมูลของฟาร์มไก่หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2559 จากสัตว์ในพันธุ์ประวัติจำนวน 2,347 ตัว จากความแตกต่างของการจัดการและสภาพแวดล้อมในแต่ละรุ่นที่ฟักออก (4 รุ่น) จะนำมาสร้างเป็นกลุ่มของการจัดการหรือสภาพแวดล้อมที่ไก่ได้รับร่วมกัน (contemporary group) ระบุเพศ สีขน ชั่งน้ำหนัก และวัดขนาดร่างกายของไก่เมื่ออายุ 4 สัปดาห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) น้ำหนักตัว (Body weight)

2) ขนาดร่างกายทำการวัดด้วย vernier caliper ประกอบไปด้วย

ก. ความกว้างสะโพก (Hip width) วัดขนาดตั้งฉากกับลำตัวจากปุ่มกระดูก femur ของสะโพกทั้งสองข้าง

ข. ความยาวแข้ง (Shank length) วัดความยาวของกระดูก metatarsus โดยเหยียดขาขวาให้ตรง แล้ววัดจากข้อขาหลังจนถึงปุ่มตรงกลางเท้า

ค. ความยาวอก (Breast length) เป็นการวัดแนวเส้นทแยงมุมของไหล่ข้างขวา บริเวณปุ่มกระดูก coracoid ไปจนถึงปลายกระดูก sternum ซึ่งค่าความยาวอกตามแนวเส้นทแยงมุมจะบ่งบอกถึงทั้งความกว้างและความยาวของหน้าอก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1) ทดสอบอิทธิพลของปัจจัยคงที่

นำข้อมูลที่ตรวจสอบความถูกต้องแล้วมาทดสอบปัจจัยคงที่ (fixed effect) ที่คาดว่าจะมีผลต่อลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ เพศ สีขน และกลุ่มการจัดการ (contemporary groups)ที่สร้างจากปีที่เกิด และรุ่นที่ฟักออก วิเคราะห์โดยใช้ PROC GLM ประมาณค่าเฉลี่ยลิสแควร์ (SAS, 1996) โดยใช้โมเดลทางสถิติดังนี้

$$\boldsymbol{y_{ijkl} = \mu + S_i + F_j + C_k + e_{ijkl}}$$

เมื่อ y_{ijkl} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ น้ำหนักตัว ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอก ที่อายุ 4 สัปดาห์, μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ (overall mean), S_i = อิทธิพลคงที่ของเพศที่ i (i = เพศผู้ และเพศเมีย), F_j = อิทธิพลคงที่ของสีขนที่ j (j = ขนสีน้ำตาลทอง และขนสีขาว), C_k = อิทธิพลคงที่ของกลุ่มการจัดการที่ k (k = 1, 2, 3 และ 4), e_{ijkl} = อิทธิพลสุ่มอื่น ๆ ที่ไม่ได้พิจารณาในโมเดลมีการกระจายแบบ $NID \sim (0, \sigma^2)$

2) การวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม

ประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนหลายลักษณะด้วยวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML; Patterson and Thompson, 1971) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป WOMBAT (Meyer, 2007) โดยมีโมเดลตัวสัตว์สำหรับหลายลักษณะดังนี้

$$\boldsymbol{y_i = X_i b_i + Z_i a_i + e_i}$$

เมื่อ y_i = เวคเตอร์ของค่าสังเกตที่อายุ 4 สัปดาห์ ของลักษณะที่ i (i = น้ำหนักตัว ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอก), b_i = เวคเตอร์ของอิทธิพลคงที่ของเพศ สีขน และกลุ่มการจัดการของลักษณะที่ i, a_i = เวคเตอร์ของอิทธิพลสุ่มทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (additive genetic effect) ของลักษณะที่i, X_i = เมทริกซ์ที่โยงความสัมพันธ์ (incidence matrix) ระหว่างอิทธิพลคงที่กับค่าสังเกตของลักษณะที่ i, Z_i = เมทริกซ์ที่โยงความสัมพันธ์ (incidence matrix) ระหว่างอิทธิพลสุ่มของพันธุกรรมแบบบวกสะสมกับค่าสังเกตของลักษณะที่ i,e_i= เวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากความคลาดเคลื่อน (residual) ของตัวสัตว์ของลักษณะที่ i

โดยกำหนดให้ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนเป็นดังนี้

$$\boldsymbol{E}\,[\boldsymbol{y_i}] = \boldsymbol{X_i b_i} \text{ and } \mathbf{var}\begin{bmatrix}\boldsymbol{a_i}\\ \boldsymbol{e_i}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\boldsymbol{G \otimes A} & \mathbf{0}\\ \mathbf{0} & \boldsymbol{R \otimes I}\end{bmatrix}$$

เมื่อG, R = เมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม และความคลาดเคลื่อน,A = เมทริกซ์ความสัมพันธ์ทางเครือญาติระหว่างสัตว์ในประชากร (numerator relationship matrix), I = เมทริกซ์ที่ประกอบด้วย 1 ในเส้นทแยงมุมและ 0 นอกเส้นทแยงมุม (identity matrix)

คำนวณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม ได้แก่ อัตราพันธุกรรม สหสัมพันธ์ปรากฏ และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ด้วยวิธีของ Falconer and Mackay (1996)

ผลการทดลองและวิจารณ์

อิทธิพลปัจจัยคงที่

จากการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยคงที่พบว่าทุกปัจจัยที่ศึกษามีอิทธิพลต่อทุกลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และค่าเฉลี่ยลิสแควร์ของลักษณะน้ำหนักตัว และลักษณะขนาดร่างกาย (ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอก) แสดงใน Table 1 ค่าเฉลี่ยลิสแควร์ของลักษณะน้ำหนักตัว และขนาดร่างกายในเพศผู้มากกว่าเพศเมีย($P<0.05$) เนื่องจากเพศผู้มีฮอร์โมน androgen กระตุ้นการสร้างเม็ดเลือดแดง (erythropoiesis) ต่างจากเพศเมียที่มีฮอร์โมน estrogen ยับยั้งการสร้างเม็ดเลือดแดง จึงทำให้เพศผู้มีการเจริญเติบโตดีกว่าเพศเมีย (Colin, 2014) นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มของสีขน ซึ่งถูกพัฒนามาเป็น 2 สาย ได้แก่ สายสีน้ำตาลทอง และสายสีขาว ซึ่งค่าเฉลี่ยลิสแควร์ของทุกลักษณะในสายสีน้ำตาลทองจะมากกว่าสายสีขาว ($P<0.05$) ดังนั้นการพัฒนาสายสีขาวโดยเน้นจากลักษณะสีขนที่ปรากฏขึ้นในเบื้องต้นแล้วนั้นจะต้องพัฒนาการคัดเลือกในลักษณะอื่น ๆ ควบคู่ไปอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงลักษณะขนาดของร่างกาย อีกทั้งกลุ่มการจัดการที่ประกอบด้วย ปัจจัยร่วมระหว่างปีที่เกิด และรุ่นที่ฟัก มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อทุกลักษณะ แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อม การจัดการในแต่ละปีเกิด และรุ่นที่ฟักที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการแสดงออกของไก่ สอดคล้องกับการศึกษาในไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว พบว่าปัจจัยของกลุ่มการจัดการที่ประกอบด้วยชั่วรุ่นและรุ่นที่ฟักมีผลต่อลักษณะน้ำหนักตัว (ธีระชัย และคณะ, 2550)

Table 1 Least squares means ± standard errors of body weight and body measurements in Betong chicken (KU Line) at 4 weeks of age.

Item	n	Body weight (g)	Hip width(mm)	Shank length (mm)	Breast length (mm)
Sex					
Male	762	326.83 ± 1.32[a]	49.56 ± 0.13[a]	48.56 ± 0.13[a]	92.21 ± 0.21[a]
Female	917	280.95 ± 1.17[b]	47.24 ± 0.11[b]	45.63 ± 0.11[b]	87.30 ± 0.18[b]
Feather color					
Golden Brown	1,179	313.03 ± 1.00[a]	49.36 ± 0.10[a]	47.67 ± 0.10[a]	90.19 ± 0.16[a]
White	500	294.75 ± 1.53[b]	47.44 ± 0.15[b]	46.52 ± 0.15[b]	89.32 ± 0.24[b]
Contemporary group					
1	320	334.73 ± 1.92[a]	49.58 ± 0.18[a]	51.84 ± 0.19[a]	91.81 ± 0.30[a]
2	395	309.31 ± 1.73[b]	48.74 ± 0.17[b]	47.05 ± 0.17[b]	87.49 ± 0.27[b]
3	502	287.53 ± 1.57[c]	46.17 ± 0.15[c]	42.42 ± 0.15[c]	88.05 ± 0.25[b]
4	462	284.00 ± 1.65[c]	49.11 ± 0.16[b]	47.07 ± 0.16[b]	91.66 ± 0.26[a]

[a, b, c] Least squares means within a column with different super scripts in each factor are significantly different ($P< 0.05$)

อัตราพันธุกรรม

องค์ประกอบของความแปรปรวน และอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัว และขนาดร่างกายในไก่เบตง (สาย เคยู) ที่อายุ 4 สัปดาห์ แสดงดัง Table 2 พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 0.44 ± 0.06 สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ โดย นัฐพงษ์ และคณะ (2556) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวไก่เบตง (สาย เคยู) ที่อายุ 4 สัปดาห์ เท่ากับ 0.52 มีค่าอยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงลักษณะน้ำหนักตัวของไก่เบตง (สาย เคยู) จะมีการตอบสนองต่อการคัดเลือกได้ดี ค่าอัตราพันธุกรรมของขนาดร่างกายในไก่เบตง (สาย เคยู) ที่อายุ 4 สัปดาห์ มีค่าระหว่าง 0.21–0.34 (Table 2) โดยจัดว่าค่าอัตราพันธุกรรมของขนาดร่างกายอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง โดยค่าอัตราพันธุกรรมของความกว้างสะโพกมีค่ามากที่สุด (0.34 ± 0.06) และค่าอัตราพันธุกรรมของความยาวอก (0.21 ± 0.05) ซึ่งมีค่าต่ำจากค่าอัตราพันธุกรรมของความยาวอกที่มีค่าต่ำนั้นชี้ให้เห็นว่าสัดส่วนความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (σ_a^2) เทียบกับความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของลักษณะนี้มีน้อย นอกจากนี้การวัดขนาดของร่างกายขณะมีชีวิตต้องมีความแม่นยำในตำแหน่งต่าง ๆ มีผลต่อความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน

Table 2 Estimates of variance components[1] and heritability[2] with standard errors (SE) of body weight and body measurements in Betong chicken (KU Line) at 4 weeks of age.

Traits	Variance Components				h^2
	σ_a^2	σ_e^2	σ_p^2	units	
Body weight	542.94	693.72	1,236.62	g^2	0.44 ± 0.06
Hip width	2.91	8.04	10.95	mm^2	0.26 ± 0.05
Shank length	3.93	7.75	11.68	mm^2	0.34 ± 0.06
Breast length	6.14	22.86	29.00	mm^2	0.21± 0.05

[1] σ_a^2 = additive genetic variance; σ_e^2 = residual variance; σ_p^2 = phenotypic variance

[2] h^2 = heritability

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ

การวิเคราะห์แบบหลายลักษณะทำให้ทราบค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_g) และค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ (r_p) ของลักษณะระหว่างน้ำหนักตัวกับขนาดร่างกายที่อายุ 4 สัปดาห์ แสดงดัง Table 3 โดยพบว่าค่า r_g ระหว่างลักษณะน้ำหนักตัวกับลักษณะขนาดร่างกาย (0.85–0.87)มากกว่า r_g ระหว่างลักษณะขนาดร่างกาย (ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอก) (0.64–0.70) ส่วนค่า r_p ระหว่างลักษณะดังกล่าวมีค่าต่ำกว่า r_g ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.42–0.58 สอดคล้องกับการศึกษาค่า r_g และค่า r_p ระหว่างน้ำหนักตัวกับขนาดร่างกายของไก่เนื้อลูกผสมแยกเพศที่อายุ 5 สัปดาห์มีค่าระหว่าง 0.48–0.73 (Gogoi and Mishra, 2013) จากลักษณะทุกลักษณะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเป็นบวกเช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าการคัดเลือกลักษณะใดก็ตามอีกลักษณะหนึ่งจะเพิ่มตามไปด้วยเช่นกัน ซึ่งจากผลของอัตราพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ทาง

พันธุกรรมชี้ให้เห็นว่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวมีค่าสูง ซึ่งง่ายต่อการคัดเลือก และจะมีผลตอบสนองต่อการคัดเลือกมากกว่าลักษณะอื่น ๆ ส่งผลให้ลักษณะขนาดของร่างกาย (ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอก) เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

Table 3 Genotypic (above diagonal) and phenotypic (below diagonal) correlations ± standard error between body weight and body measurements at 4 weeks in Betong chicken (KU Line)

Traits	Body weight	Hip width	Shank length	Breast length
Body weight		0.85 ± 0.06	0.85 ± 0.05	0.87 ± 0.05
Hip width	0.54 ± 0.02		0.70 ± 0.08	0.64 ± 0.10
Shank length	0.54 ± 0.02	0.46 ± 0.02		0.66 ± 0.09
Breast length	0.58 ± 0.02	0.42 ± 0.02	0.44 ± 0.02	

สรุป

ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัวมีค่าสูง ค่าอัตราพันธุกรรมของความกว้างสะโพกกับความยาวแข้งมีค่าปานกลาง และค่าอัตราพันธุกรรมของความยาวอกมีค่าต่ำ ดังนั้นหากมีการคัดเลือกลักษณะน้ำหนักตัว ความกว้างสะโพก และความยาวแข้งจะส่งผลให้ตอบสนองต่อการคัดเลือกได้ดี ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักตัวกับขนาดร่างกาย (ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอก) ในความสัมพันธ์ทุก ๆ คู่ มีความสัมพันธ์อยู่ในทิศทางบวก มีค่าอยู่ในระดับสูง ดังนั้นหากมีการคัดเลือกลักษณะน้ำหนักตัวจะส่งผลให้ความกว้างสะโพก ความยาวแข้ง และความยาวอกเพิ่มขึ้นตาม

เอกสารอ้างอิง

ธีระชัย ช่อไม้, เฉลิมพล บุญเจือ และ อุดมศรี อิทรโชติ. 2550. การสร้างฝูงไก่พื้นเมืองเหลืองหางขาว: 2. สมรรถภาพการผลิต และค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวของไก่. น. 82–89. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่** 3. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

นัฐพงษ์ หวังทวีสุขกมล, วิริยา ลุ้งใหญ่, บุญอ้อม โฉมที และ พรรณวดี โสพรรณรัตน์. 2556. พารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัวในไก่เบตง (สายเคยู). **ว. วิทย. กษ**.44(1) (พิเศษ) :167-170.

นิรัตน์ กองรัตนานันท์ และรัตนา โชติสังกาศ. 2539. การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตซากของไก่เบตงเปรียบเทียบกับของไก่พื้นเมืองและไก่ลูกผสมเบตง X พื้นเมือง. **ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)**. ปีที่ 30:312-321.

ปิ่น จันจุฬา. 2541. ไก่เบตง: ไก่พื้นเมืองที่น่าสนใจ. บทความปริทัศน์. ว. มหาวิทยาลัยทักษิณ 1(2): 96-101.

พรรณวดี โสพรรณรัตน์. 2553. ไก่เคยูเบตง. **ว. สัตวบาล**. 20(92): 3-7.

Colin, G.S. 2014. **Sturkie's Avian Physiology**. 6th ed. University of Wisconsin, Milwaukee, USA.

Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. **Introduction to Quantitative Genetic**. 4th ed. Longman House, Jarlow, England.

Gogoi, S. and P.K. Mishra. 2013. Study of correlation between body weight and conformation traits in colouredsynthetic dam line broiler chicken at five weeks of age. **J. Anim. Res.** 3(2): 141-145.

Meyer, K. 2007. WOMBAT - A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). **J. Zhejiang. Univ.-Sci. B**. 8: 815-821.

Patterson, H.D. and R. Thompson. 1971. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**. 58: 545-554.

SAS. 1996. **SAS/STAT Software Release 6.12**. SAS Institute Inc., NC, USA.

การวิเคราะห์หลายลักษณะของลักษณะซากบางลักษณะในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์

Multiple Trait Analysis for Some Carcass Traits in Crossbred Beef Cattle among Thai Native, Brahman and Charolais

โญติกา สมถวิล[1] พรรณวดี โสพรรณรัตน์[1*] อัจฉรา ขยัน[1] และสุรชัย เปี่ยมคล้า[2]

Yotika Somthawin[1], Panwadee Sopannarath[1*], Autchara Kayan[1]and Surachai Piamkhla[2]

บทคัดย่อ

ลักษณะซากเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ส่งผลต่อรายได้และกำไรที่เกษตรกรได้รับ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซาก ได้แก่ น้ำหนักซาก (carcass weight, CWT) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ribeye area, REA) และคะแนนไขมันแทรก (marbling score, MBS) ในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ โดยใช้การวิเคราะห์หลายลักษณะ ข้อมูลลักษณะซากเก็บรวบรวมจากโคเนื้อจำนวน 803 ตัว และมีพันธุ์ประวัติจำนวน 1,691 ตัว ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบของความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมด้วยวิธี Average Information Restricted Maximum Likelihood โดยใช้การวิเคราะห์หลายลักษณะด้วยแบบหุ่นตัวสัตว์ (animal model) ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของ CWT, REA และ MBS มีค่าเท่ากับ 0.23, 0.10 และ 0.19 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง CWT และ REA, ระหว่าง CWT และ MBS และระหว่าง REA และ MBS เท่ากับ 0.89, 0.38 และ -0.09 ตามลำดับ ซึ่งสามารถคัดเลือกทางพันธุกรรมได้จากลักษณะ CWT แต่อาจส่งผลหรือไม่ส่งผลต่อการเพิ่มหรือลดลงของลักษณะอื่นเนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสูง

ABSTRACT

Carcass traits are economically important and affect to income and profit for farmers. The objective of this study was to estimate genetic parameters of carcass traits included carcass weight (CWT), ribeye area (REA), and marbling score (MBS) in crossbred beef cattle among Thai Native, Brahman and Charolais using multiple trait analysis. Carcass data were collected from 803 animals, and no. of animals in the pedigree file was 1,691. Variance and covariance components were estimated using Average Information Restricted Maximum Likelihood procedure and the multiple trait analysis was done using simple animal model. The results showed that the estimates of heritability for CWT, REA, and MBS were 0.23, 0.10, and 0.19, respectively. Genotypic correlations between CWT and REA, between CWT and MBS, between REA and MBS were 0.89, 0.38, and -0.09, respectively. Genetic selection based on CWT could have genetic gain on that trait, but genetic progress of REA and MBS could not be improved due to high standard error of those genetic correlations.

Key Words: Crossbred cattle, carcass weight, ribeye area, marbling score, genetic parameters

* Corresponding author; e-mail address: **agrpds@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. 10900

[2]สหกรณ์โคเนื้อ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำกัด

[2]KU Kamphaengsaen Campus Beef Producer Cooperative Ltd.

คำนำ

การเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรในประเทศไทยในอดีตมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นแรงงาน แต่เนื่องจากในปัจจุบันผู้บริโภคนิยมบริโภคเนื้อโคมากขึ้นโดยเฉพาะเนื้อโคคุณภาพดี ทำให้เกิดการพัฒนารูปแบบการเลี้ยงโคเพื่อขุนสำหรับการจำหน่ายเนื้อที่มีคุณภาพตามความต้องการของตลาด อย่างไรก็ตามปริมาณการผลิตเนื้อโคขุนก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค (กรมปศุสัตว์, 2555) โคเนื้อที่นิยมนำมาขุนในประเทศไทยโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นโคเนื้อลูกผสมที่มีสัดส่วนพันธุกรรมของโคยุโรปอยู่ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่าเล็กน้อย ซึ่งมีหลากหลายพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมเลี้ยง นอกจากนี้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ทำงานวิจัยหลากหลายรูปแบบและได้มีการพัฒนาพันธุกรรมโคลูกผสมสามพันธุ์ (โคกำแพงแสน) มากกว่าสามสิบปี ซึ่งเป็นโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย (Thai Native) บราห์มัน (Brahman) และชาร์โรเลส์ (Charolais) พบว่ามีการเจริญเติบโตดี โครงร่างใหญ่ เนื้อมีคุณภาพสูง มีไขมันแทรก เนื้อนุ่ม อีกทั้งยังสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี (ปรีชา, 2552)

ในประเทศไทยลักษณะซาก และคุณภาพเนื้อเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ทำให้การกำหนดราคาที่เกษตรกรจะได้รับขึ้นอยู่กับลักษณะน้ำหนักซาก (Carcass weight; CWT) และคะแนนไขมันแทรก (Marbling score; MBS) เป็นสำคัญ แต่ยังคงมีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับปริมาณหรือขนาดของชิ้นส่วนที่มีราคาแพง ได้แก่ ลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Ribeye area; REA) ดังนั้น ในการปรับปรุงลักษณะดังกล่าวการเก็บข้อมูลลักษณะซาก และคุณภาพเนื้อโดยตรงจะทำได้ก็ต่อเมื่อสัตว์ตายแล้ว และต้องเก็บข้อมูลจากรุ่นลูกเพื่อนำไปใช้ประเมินพ่อ และแม่พันธุ์ นอกจากนี้จำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่ ค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ ซึ่งพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมดังกล่าวถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเพื่อกำหนดแนวทาง และแผนการปรับปรุงพันธุ์ในประชากรที่ทำการทดสอบ ดังนั้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ปรากฏของลักษณะซากบางลักษณะในประชากรโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์โดยใช้การวิเคราะห์หลายลักษณะ

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลที่ใช้ศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลลักษณะซากของโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ ที่รวบรวมจากสหกรณ์โคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำกัด จังหวัดนครปฐม ในระหว่างปี พ.ศ. 2551-2559 จำนวน 803 ตัว อายุประมาณ 2-4 ปี โดยมีจำนวนคู่ของฟันแท้ 0 ถึง 3 คู่ และมีจำนวนสัตว์ในพันธุ์ประวัติ 1,691 ตัว ข้อมูลที่รวบรวมได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลลักษณะซาก ประกอบด้วย หมายเลขประจำตัวสัตว์ กลุ่มพันธุ์ เพศ จำนวนคู่ของฟันแท้ ฟาร์มที่เลี้ยง วัน-เดือน-ปีที่เข้าฆ่า น้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก และ 2) ข้อมูลพันธุ์ประวัติ ประกอบด้วย หมายเลขประจำตัวสัตว์ หมายเลขพ่อพันธุ์ หมายเลขแม่พันธุ์ โดยข้อมูลลักษณะซากมีรายละเอียดการเก็บข้อมูลดังนี้

1) น้ำหนักซาก วัดโดยทำการชั่งน้ำหนักหลังจากเก็บซากไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7 วัน

2) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน วัดที่ซากเสี้ยวหน้าบริเวณกล้ามเนื้อสันนอก *(Longissimus dorsi)* ด้านขวาระหว่างกระดูกซี่โครงคู่ที่ 12 และ 13 โดยใช้แผ่นกระดาษไขขีดเส้นรอบบริเวณพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันแล้วนำไปวัดด้วยเครื่องวัดพื้นที่ LI-3100C Area Meter (LI-COR, USA)

3) คะแนนไขมันแทรก ประเมินจากไขมันสะสมที่อยู่ในบริเวณพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) โดยแบ่งเกรดมาตรฐานสินค้าเกษตร เนื้อโค มกอช.6001-2547 ตามมาตรฐานประเทศไทย ซึ่งแบ่งระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับไขมันแทรกที่ 5 (มาก) ระดับไขมันแทรกที่ 4 (ปานกลาง) ระดับไขมันแทรกที่ 3 (น้อย) ระดับไขมันแทรกที่ 2 (น้อยมาก) และระดับไขมันแทรกที่ 1 (ไม่มีเลย) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2547)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาของลักษณะซากในประชากรโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ และทดสอบอิทธิพลของปัจจัยคงที่ (fixed effect) ที่คาดว่าจะมีผลต่อลักษณะซาก ได้แก่ กลุ่มพันธุ์ (F1: เป็นสัตว์ที่เกิดจากพ่อพันธุ์ชาร์โรเลส์ผสมกับแม่พันธุ์ลูกผสมบราห์มัน และพื้นเมืองไทย และ F2 หรือมากกว่า: พ่อพันธุ์ และแม่พันธุ์เป็นโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์) เพศ จำนวนคู่ของฟันแท้ และกลุ่มการจัดการประกอบไปด้วย ฟาร์ม ปี และฤดูกาล ที่เข้าฆ่า วิเคราะห์โดยใช้ PROC GLM ประมาณค่าเฉลี่ยลิสแควร์ (SAS, 1996) โดยใช้แบบหุ่นทางสถิติดังต่อไปนี้

$$\boldsymbol{y_{ijklm} = \mu + B_i + S_j + T_k + C_l + e_{ijklm}}$$

เมื่อ y_{ijklm} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษาได้แก่ น้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก, μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ (overall mean), B_i = กลุ่มพันธุ์ กลุ่มที่ i (i = 1, 2), S_j = อิทธิพลคงที่ของเพศที่ j (j = เพศผู้ตอน และเพศเมีย), T_k = อิทธิพลคงที่ของจำนวนคู่ของฟันแท้ที่ k (k = 0, 1, 2, 3), C_l = อิทธิพลคงที่ของกลุ่มการจัดการที่ l (l = 1, 2, 3,..., 88), e_{ijklm} = อิทธิพลสุ่มอื่นๆ ที่ไม่ได้พิจารณาในแบบหุ่น มีการกระจายแบบ NID~$(0, \sigma_e^2)$

วิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม (variance and covariance component analysis) โดยทำการวิเคราะห์ทีละลักษณะ (single trait analysis) เพื่อนำมาใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการวิเคราะห์หลายลักษณะ ประมาณองค์ประกอบของความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม ด้วยวิธี Average Information Restricted Maximum Likelihood (AI-REML) algorithm โดยใช้โปรแกรม WOMBAT (Meyer, 2013) ซึ่งมีแบบหุ่นตัวสัตว์ ดังนี้

$$\boldsymbol{y_i = X_i b_i + Z_i a_i + e_i}$$

เมื่อ y_i = เวคเตอร์ของค่าสังเกตของลักษณะที่ i (i = น้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก), b_i = เวคเตอร์ของอิทธิพลคงที่ ได้แก่ กลุ่มพันธุ์ เพศ จำนวนคู่ของฟันแท้ และกลุ่มการจัดการของลักษณะที่ i, a_i = เวคเตอร์ของอิทธิพลเนื่องมาจากพันธุกรรมแบบบวกสะสม (additive genetic effect) ของลักษณะที่ i, X_i = เมทริกซ์ที่โยงความสัมพันธ์ (incidence matrix) ระหว่างอิทธิพลคงที่กับค่าสังเกตของลักษณะที่ i, Z_i= เมทริกซ์ที่โยงความสัมพันธ์ (incidence matrix) ระหว่างอิทธิพลสุ่มของพันธุกรรมแบบบวกสะสม

ของตัวสัตว์กับค่าสังเกตของลักษณะที่ i, e_i = เวคเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากความคลาดเคลื่อน (residual) ของลักษณะที่ i โดยกำหนดให้ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ดังนี้

$$E[y_i] = X_i b_i \text{ var} \begin{bmatrix} a_i \\ e_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G \otimes A & 0 \\ 0 & R \otimes I \end{bmatrix}$$

เมื่อ G = เมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม, A = เมทริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ทางเครือญาติระหว่างสัตว์ในประชากร (numerator relationship matrix), R = เมทริกซ์ของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อน, I = เมทริกซ์ที่ประกอบด้วย 1 ในเส้นทแยงมุมและ 0 นอกเส้นทแยงมุม (identity matrix)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาของลักษณะซากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์-โรเลส์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนน-ไขมันแทรก เท่ากับ 306.74 ± 31.22 กิโลกรัม, 85.06 ± 12.38 ตารางเซนติเมตร และ 2.12 ± 0.82 คะแนน ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ ภราดร และคณะ (2557) ที่ศึกษาในประชากรเดียวกัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก มีค่าเท่ากับ 307.68 ± 30.68 กิโลกรัม, 84.78 ± 11.67 ตารางเซนติเมตร และ 2.06 ± 0.78 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับรายงานในโคพันธุ์ชาร์-โรเลส์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (82.60 ± 9.44 ตารางเซนติเมตร) มีค่าใกล้เคียงกันกับ (Johnston *et al.,* 1992) ในขณะที่โคพันธุ์บราห์มัน มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันต่ำกว่าเล็กน้อย (72.55 ± 7.71 ตารางเซนติเมตร) (Riley *et al*., 2002)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยคงที่ต่อลักษณะน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก (Table 1) พบว่า กลุ่มพันธุ์ไม่มีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา (P>0.05) อาจเป็นไปได้ว่าการแสดงออกในรูปของกลุ่มพันธุ์เป็นผลรวมของอิทธิพลทางพันธุกรรม ระดับพันธุ์ที่ประกอบด้วย additive และ non-additive breed effect และระดับเฮทเทอโรไซโกซิตี้ของพันธุ์ (breed heterozygosity) ที่แตกต่างกันในสองกลุ่มนี้ อาจไม่ส่งผลอิทธิพลของ heterosis ต่อการแสดงออกของลักษณะน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก เพศมีผลต่อลักษณะน้ำหนักซาก และคะแนนไขมันแทรก (P<0.05) แต่ไม่มีผลต่อลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (P>0.05) อาจเป็นผลมาจากการผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ซึ่งมีผลต่อการสะสมไขมัน และยีน Thyroglobulin (TG) มีบทบาทในการควบคุมการทำงานของต่อมไทรอยด์ มีความสำคัญต่อเมตาบอลิซึมของไขมัน และมีผลต่อการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อ (Reddy *et al*., 2015) จำนวนคู่ของฟันแท้ ซึ่งหมายถึงอายุของสัตว์ที่เข้าฆ่ามีผลต่อลักษณะคะแนนไขมันแทรก (P<0.05) แต่ไม่มีผลต่อลักษณะน้ำหนักซาก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (P>0.05) โดยโคเนื้อที่เข้าฆ่าที่อายุมากขึ้น (จำนวนคู่ของฟันแท้มากคู่) ส่งผลให้ลักษณะคะแนนไขมันแทรกมีค่ามากขึ้น สอดคล้องกับศึกษาในโคพันธุ์ซิมเมนทอล ชาร์โรเลส์ เฮียฟอร์ด และแองกัส พบว่า โคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 18 เดือน ลักษณะคะแนนไขมันแทรกมากกว่าโคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 12 และ 15 เดือน สำหรับโคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 12 เดือน ลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีค่าน้อยที่สุด โดยส่วนมากโคที่มีอายุเริ่มต้นการขุนมากมีลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันลดลง แต่จะมีลักษณะคะแนนไขมันแทรกเพิ่มขึ้น (Cross *et al.,* 1984) และอิทธิพลของกลุ่มการจัดการ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยร่วมระหว่างฟาร์มที่เลี้ยง-ปี-ฤดูกาลที่โคเข้าฆ่ามีผลต่อทุกลักษณะ

(P<0.05) สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่รายงาน จำนวนคู่ฟันแท้มีผลต่อลักษณะคะแนนไขมันแทรก ส่วนเพศ และกลุ่มการจัดการมีอิทธิพลต่อทุกลักษณะ นอกจากนี้การจัดการฟาร์ม ภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ และปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีมีความแตกต่างกัน (ภราดร และคณะ, 2557) นอกจากนี้การศึกษา ในโคพันธุ์ชาร์โรเลส์รายงานว่า การจัดการฟาร์มในแต่ละปี และฤดูกาลที่แตกต่างกันมีผลต่อลักษณะคะแนนไขมันแทรก และลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Crews *et al.,* 2004) อิทธิพลของเพศ และกลุ่มการจัดการมีผลต่อลักษณะคะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันในประชากรโคเนื้อพันธุ์บราห์มัน (Riley *et al.,* 2002) และอิทธิพลของกลุ่มการจัดการที่เกิดจากฟาร์ม และฤดูกาลที่เข้าฆ่าเดียวกันมีผลต่อลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรกในโคลูกผสมระหว่างพันธุ์บราห์มัน และแองกัส (Moser *et al*., 1998)

Table 1 Effect of breed group, sex, no. of permanent teeth and contemporary group on some carcass traits in crossbred beef cattle among Thai Native, Brahman and Charolais.

Traits[1]	P-Value			
	Breed group	Sex	No. of permanent teeth	Contemporary group
CWT	0.4912	0.0001	0.8915	<0.0001
REA	0.6750	0.1521	0.1786	<0.0001
MBS	0.6005	0.0023	0.0019	<0.0001

[1]CWT = carcass weight, REA = ribeye area, and MBS = marbling score

องค์ประกอบความแปรปรวน และค่าอัตราพันธุกรรม

องค์ประกอบของความแปรปรวน และค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก แสดงดัง Table 2 ซึ่งความแปรปรวนของลักษณะปรากฏใกล้เคียงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ศึกษาในประชากรลักษณะเดียวกันพบว่ามีค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของลักษณะน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรกเท่ากับ 662.99 กิโลกรัม^2 111.87 ตารางเซนติเมตร^{2}และ 0.47 คะแนน^2 ตามลำดับ (ภราดร และคณะ, 2557) ต่างจากประชากรโคพันธุ์แท้ (พันธุ์ชาร์-โรเลส์) โดยค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของลักษณะน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนน-ไขมันแทรก มีค่าเท่ากับ 492.70 กิโลกรัม^2 62.83 ตารางเซนติเมตร^2 และ 0.14 คะแนน^2 ตามลำดับ (Johnston *et al.,* 1992) แสดงให้เห็นว่า โคเนื้อลูกผสมมีค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏมากกว่าโคพันธุ์แท้

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรกมีค่าเท่ากับ 0.23, 0.10 และ 0.19 ตามลำดับ ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักซากอยู่ในระดับปานกลาง และค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรกอยู่ในระดับต่ำ (เช่นเดียวกับการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักซาก (0.29) และคะแนนไขมันแทรก (0.14) และไม่สามารถประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันได้ (ภราดร และคณะ, 2557) แต่เมื่อมีการรวบรวมข้อมูลของลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมากขึ้น โดยมีจำนวนข้อมูลลูกในแต่ละพ่อหรือแม่มากขึ้นจึงทำให้สามารถประมาณค่าความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมได้) และทำให้สามารถประมาณค่าความ

แปรปรวนเนื่องจากพันธุกรรมได้ นอกจากนี้การศึกษาลักษณะซากในโคพันธุ์ชาร์โรเลส์ พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักซาก (0.09) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (0.38) และคะแนนไขมันแทรก (0.26) อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (Johnston *et al.,* 1992) ซึ่งต่างจากโคพันธุ์บราห์มัน พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะพื้นที่หน้าตัด-เนื้อสัน (0.44) และคะแนนไขมันแทรก (0.44) อยู่ในระดับสูง (Riley *et al.,* 2002)

ค่าอัตราพันธุกรรมต่ำเนื่องจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมเทียบกับความแปรปรวนของลักษณะปรากฏมีน้อย นอกจากนี้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สูง ซึ่งเกิดจากโครงสร้างของชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาลักษณะซากมีจำนวนน้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ดังนั้นในการวางแผนปรับปรุงพันธุ์ควรต้องมีการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้นำมาใช้ประโยชน์ได้สูงสุด และอาจช่วยลดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานให้มีค่าน้อยลงส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมที่ได้มีค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้น (Falconer and Mackay, 1966)

Table 2 Variance components and heritability with standard errors (SE) of some carcass traits in Crossbred beef cattle among Thai Native, Brahman and Charolais.

Traits[1]	Variance components[2]				h^2
	σ_p^2	σ_a^2	σ_e^2	unit	
CWT	671.68	153.38	518.29	kg^2	0.23 ± 0.14
REA	131.76	13.18	118.59	cm^4	0.10 ± 0.20
MBS	0.49	0.09	0.40	$score^2$	0.19 ± 0.13

[1]CWT = carcass weight, REA = ribeye area and MBS = marbling score

[2]σ_p^2 = phenotypic variance, σ_a^2 = additive genetic variance and σ_e^2 = residual variance

h^2= heritability

สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏและสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักซากกับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีความสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับปานกลาง ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักซากกับคะแนนไขมันแทรกมีความสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับต่ำ และค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันกับคะแนนไขมันแทรกมีความสัมพันธ์เป็นลบอยู่ในระดับต่ำ (Table 3) ลักษณะเช่นนี้สอดคล้องกับการศึกษาในโคพันธุ์ชาร์โรเลส์ (Johnston *et al*., 1992) และต่างจากการศึกษาในโคขุนบราห์มัน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันกับคะแนนไขมันแทรกมีความสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับต่ำ (Riley *et al*., 2002)

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักซากกับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีความสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับสูง (0.89) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักซากกับคะแนนไขมันแทรกมีความสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับปานกลาง (0.38) และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันกับคะแนนไขมันแทรกมีความสัมพันธ์เป็นลบอยู่ในระดับต่ำ (-0.09) เช่นเดียวกับการศึกษาในโคพันธุ์ชาร์โรเลส์ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักซากกับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมี

ความสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับปานกลาง และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักซากกับคะแนนไขมันแทรก และลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันกับคะแนนไขมันแทรกมีความสัมพันธ์เป็นลบในระดับต่ำ (Johnston *et al*., 1992) ต่างจากการศึกษาในโคขุนบราห์มัน พบว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันกับคะแนนไขมันแทรกมีความสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับปานกลาง (Riley *et al*., 2002) จากการวิเคราะห์ผลจะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างทุกลักษณะที่ศึกษา พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงสำหรับทุกลักษณะ มีผลทำให้การปรับปรุงลักษณะใดลักษณะหนึ่งอาจจะไม่ส่งผลต่อการปรับปรุงอีกลักษณะหนึ่ง

Table 3 Genotypic (above diagonal) and phenotypic (below diagonal) correlations ± standard error between CWT, REA and MBS in crossbred beef cattle among Thai Native, Brahman and Charolais.

Traits[1]	CWT	REA	MBS
CWT	-	0.89 ± 0.81	0.38 ± 0.48
REA	0.48 ± 0.04	-	-0.09 ± 0.87
MBS	0.02 ± 0.03	-0.09 ± 0.05	-

[1]CWT = carcass weight, REA = ribeye area and MBS = marbling score

สรุป

กลุ่มพันธุ์ของโคเนื้อลูกผสมที่เกิดจากกลุ่มพ่อพันธุ์ชาร์โรเลส์ (F1) และกลุ่มพ่อพันธุ์โคเนื้อลูกผสม (F2 หรือมากกว่า) ไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะซากทุกลักษณะ (น้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก) เพศมีผลอิทธิต่อน้ำหนักซาก และคะแนนไขมันแทรก ต่างจากกลุ่มการจัดการที่มีอิทธิพลต่อทุกลักษณะ จำนวนคู่ของฟันแท้ (อายุของสัตว์ที่เข้าฆ่า) มีอิทธิพลต่อลักษณะคะแนนไขมันแทรก ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักซากอยู่ในระดับปานกลาง ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรกอยู่ในระดับต่ำ หากมีการคัดเลือกลักษณะน้ำหนักซากจะส่งผลตอบสนองต่อการคัดเลือกได้ดี และค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะซากทุกลักษณะ (น้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก) มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำถึงปานกลาง ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะซากทุกลักษณะ (น้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและคะแนนไขมันแทรก) มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำถึงสูง แต่อย่างไรก็ตามค่าอัตราพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานค่อนข้างสูง ทำให้การคัดเลือกสัตว์จากลักษณะน้ำซากเย็นอย่างเดียวอาจไม่ส่งผลต่อการปรับปรุงลักษณะอื่น (พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก)

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2555. **ยุทธศาสตร์โคเนื้อ 2555-2559**. คณะกรรมการยุทธศาสตร์โคเนื้อสำนักส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

ปรีชา อินนุรักษ์. 2552. โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนกับการพัฒนาจนได้รับการขึ้นทะเบียนพันธุ์เป็นพันธุ์แรกของประเทศไทย. **ว. ปศุสัตว์เกษตรศาสตร์**. 35(140): 36-38.

ภราดร โสภาวัฒน์, พรรณวดี โสพรรณรัตน์, ศรเทพ ธัมวาสร, อัจฉรา ขยัน, และ สุรชัย เปี่ยมคล้า. 2557. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซาก ในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์. **ว. สัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย**. 1(พิเศษ): 317-320.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช**. 6001-2547. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Crews, D. H., M. Lowerison, N. Caron and R. A. Kemp. 2004. Genetic parameters among growth and carcass traits of Canadian Charolais cattle. **Can. J. Anim. Sci. 84: 589-597.**

Cross, H. R., J. D. Crouse and M. D. Macneil. 1984. Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. **J. Anim. Sci.** 58: 1358-1365.

Falconer, D. S. and T.F.C. Mackay. 1996. **Introduction to Quantitative Genetics.** 4th Ed. Longman Group Ltd., London.

Johnston, D. J., L. L. Benyshek, J. K. Bertrand, M. H. Johnson and G. M. Weiss. 1992. Estimates of genetic parameters for growth and carcass traits in Charolais cattle. **Can. J. Anim. Sci.** 72: 493-499.

Meyer, K. 2013. **WOMBAT a Program for Mixed Model Analyses by Restricted Maximum Likelihood.** Animal Genetics and Breeding Unit, University of New England Armidale, NSW 2351, Australia.

Moser, D.W., J. K. Bertrand, I. Misztal, L. A. Kriese and L. L. Benyshek. 1998. Genetic parameter estimates for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle.**J. Anim. Sci.** 76: 2542-2548.

Reddy, V., A. S. Sivakumar, D. W. Jeong, Y. B. Woo, S. J. Park, S. Y. Lee, J. Y. Byun, C. H. Kim, S. H. Cho and I. Hwang.Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. **J. Anim. Sci**. 1: 1-16.

Riley, D. G., C. C. Chase, A. C. Hammond, R. L. West and D. D. Johnson. 2002. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **J. Anim. Sci**. 80: 955-962.

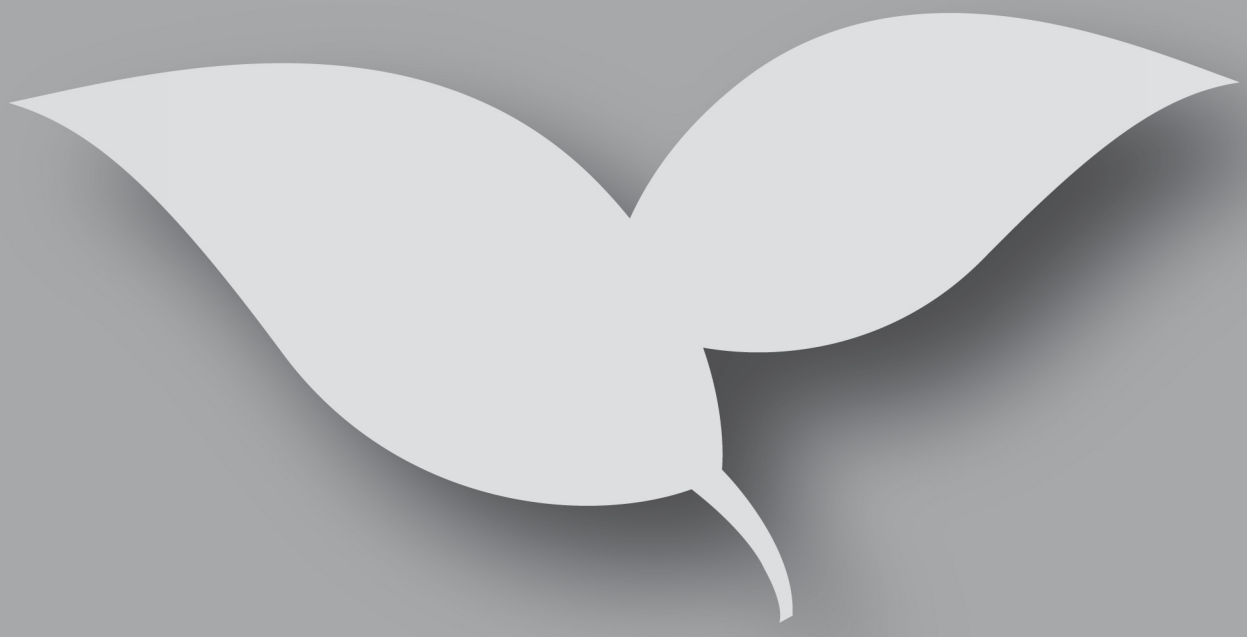
SAS. 1996. **SAS/STAT Software Release**. 6.12. SAS Institute Inc., Cary. North Carolina.

สาขาสัตว์

Subject: Animals

ภาคโปสเตอร์

Poster Presentation



ผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่ไทยละโว้

Effects of Yeast Fermented Cassava Pulp on Productive Performance in Thai Lavo Chicken

ธัญหทัย สุขสมพืช[1*] มณฑิชา พุทซาคำ[1] และ วรินธร มณีรัตน์[1]

Thunhatai Sooksompuch[1*], Monticha Putsakum[1] and Warinthorn Maneerat[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ และผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยละโว้ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ ลูกไก่ไทยละโว้คละเพศ อายุ 14 วัน จำนวน 96 ตัว แบ่งออกเป็น 4 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ สุ่มไก่ทดลองเลี้ยงในกรงทดลอง ขนาดความกว้าง 1.0x 1.5 x 1.8 เมตรจำนวน 12 กรงๆละ 8 ตัว โดยแต่ละทรีตเมนต์จะได้รับอาหารแตกต่างกัน ดังนี้ทรีตเมนต์ 1 ได้รับอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว (กลุ่มควบคุม) ทรีตเมนต์ 2, 3 และ 4 ได้รับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30% โดยน้ำหนักสด ตามลำดับ ระยะเวลาการทดลอง 92 วัน ผลการวิจัย พบว่ากากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่อายุการหมัก 21 วัน มีค่า DM, CP และ GE เท่ากับ 20.13 ,10.34 และ 3,545.85 แคลอรี่/กรัมตามลำดับ สำหรับสมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยละโว้พบว่าการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30% โดยน้ำหนักสดไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อของไก่ไทยละโว้

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the chemical composition of yeast fermented cassava pulp and the effects of yeast fermented cassava pulp on productive performance in Thai Lavo Chicken. The research was a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. Ninety-six of Thai Lavo Chickens at 14 days old were randomly put in 12 cages with size of 1.0x1.5x1.8 meter (8 head per cage). Each treatment was fed with different feed as follow: Treatment 1 was fed only commercial concentrate feed. Treatment 2, 3 and 4 were fed with yeast fermented cassava pulp substitution of commercial concentrate feed at 10, 20 and 30% respectively. The studied period was 92 days. The results showed that DM, CP andGE of yeast fermented cassava pulp at 21 days old were 20.13%,10.34% and3,545.85 cal/g. respectively. Theproductive performance of Thai Lavo Chicken in term of feed intake, average daily gain and feed conversion ratio were not significant difference. The overall result revealed thatyeast fermented cassava pulp could be used to substitution of commercial concentrate feed at 30 % which no effect onproductive performance of Thai Lavo Chicken.

Key Words: Yeast Fermented, Cassava Pulp, Productive Performance, Thai LavoChiken

* Corresponding author; e-mail address: **thunhatai@gmail.com**

[1]แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี11120

[1]Agriculture in Agricultural Resources Management School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Open University, Nonthaburi 11120

คำนำ

ไก่ไทยละโว้คือชื่อไก่ทางการค้าของจังหวัดลพบุรี โดยกรมปศุสัตว์ได้ส่งเสริมการเลี้ยงไก่ไทยละโว้ในจังหวัดลพบุรีมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2555 ทั้งนี้ได้วิจัยและปรับปรุงพันธุ์จากสายพันธุ์ไก่ลูกผสมห้าสายพันธุ์ ได้แก่ไก่พันธุ์ประดู่, เซี่ยงไฮ้, โรดไอแลนด์, บาร์พรีมัทร็อคและสายพันธุ์ไก่ประดู่หางดำ (เชียงใหม่1) (อภินันท์ จินพละ, 2558) โดยลักษณะเด่นของไก่ไทยละโว้ คือมีลักษณะหน้าดำ ขนดำ และแข้งดำ ไก่ไทยละโว้เป็นไก่ที่เลี้ยงง่าย ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี หากินเองได้ตามธรรมชาติ ไข่ไก่ดกพอประมาณ สามารถฟักไข่และเลี้ยงลูกด้วยตัวเองได้ ไก่ไทยละโว้นับเป็นไก่สายพันธุ์พื้นเมืองสายพันธุ์หนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันเนื้อของไก่พื้นเมืองนับว่าเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีคุณภาพเนื้อดีรวมทั้งมีองค์ประกอบของโปรตีนสูงและไขมันต่ำ โดยองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไก่ไทยละโว้มีโปรตีน 20.7%,ไขมัน 1.1%,ไตรกลีเซอรอล 2.4 กรัม/100 กรัม และคอเลสเตอรอล 20.0 มิลลิกรัม/100 กรัม (สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดลพบุรี, ม.ป.ป.) อย่างไรก็ตาม ข้อด้อยของการเลี้ยงไก่ไทยละโว้ คือ มีอัตราการเจริญเติบโตช้า ต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานประมาณ 4-5 เดือน ถึงจะได้น้ำหนักประมาณ 1.5 กิโลกรัมที่สามารถจับเพื่อจำหน่ายได้ จึงส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงสูงกว่าไก่สายพันธุ์ทางการค้า อีกทั้งเกษตรกรส่วนใหญ่อาศัยพื้นที่บริเวณบ้าน สวนหลังบ้านหรือแปลงไร่นาในการเลี้ยงดู โดยมีการให้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าร่วมกับอาหารตามธรรมชาติและผลพลอยได้ทางการเกษตร ทำให้ปริมาณอาหารและคุณภาพอาหารไม่แน่นอน ส่งผลให้การเจริญเติบโตช้า

ในปัจจุบันมีการนำผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตรเพื่อนำมาใช้เลี้ยงสัตว์เพิ่มมากขึ้น เช่น กากมันสำปะหลังจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งในแต่ละปีจะมีผลผลิตในปริมาณมาก เกษตรกรสามารถหาซื้อได้ง่าย และมีราคาถูก โดยกากมันสำปะหลัง มีองค์ประกอบทางโภชนะ ได้แก่ แป้ง 50.20%, วัตถุแห้ง 89.12%, เถ้า 5.32%, เยื่อใย 14.57% และโปรตีน 2.35% (สุเมธ และคณะ, 2552) จึงสามารถนำกากมันสำปะหลังไปใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับสัตว์ได้ แต่เนื่องจากกากมันสำปะหลังมีความชื้นสูงและโปรตีนต่ำ ดังนั้น ก่อนที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์จึงควรต้องปรับปรุงคุณภาพโดยการหมักร่วมกับยีสต์ซึ่งถือว่าเป็นการปรับปรุงคุณภาพของอาหารสัตว์วิธีหนึ่ง จากรายงานการวิจัยของOboh and Akindahunsi (2003) พบว่า การหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์ *Saccharomycescerevisiae*สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในกากมันสำปะหลังจาก 4.4% เป็น 10.9% ได้ เช่นเดียวกับรายงานของ นฤมล และคณะ (2556) พบว่า การใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*และยูเรียหมักร่วมกับกากมันสำปะหลังสามารถเพิ่มโปรตีนให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตามสำหรับในประเทศไทย เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ได้ทำการหมักกากมันสำปะหลังร่วมกับยีสต์และยูเรียในหลายๆสูตร เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ เช่น ไก่เนื้อ สุกร โคเนื้อและโคนม เป็นต้น แต่ข้อมูลในการนำกากมันมันสำปะหลังหมักยีสต์เพื่อนำไปเลี้ยงไก่พื้นเมืองไทยนั้นยังมีไม่มากนัก ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์และผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยละโว้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังในการเลี้ยงไก่ไทยละโว้ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ทรีตเมนต์ที่ 1 อาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว (กลุ่มควบคุม) ทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 คือกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10,

20 และ 30% โดยน้ำหนักสดตามลำดับ ไก่ทดลอง คือลูกไก่ไทยละโว้คละเพศ อายุ 14 วัน จำนวน 96 ตัว โดยลูกไก่ทุกตัวได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันโรค 3 ชนิด คือนิวคลาสเซิล หลอดลมอักเสบ และอหิวาต์เป็ดไก่ ทำการสุ่มไก่ทดลองใส่กรงๆละ 8 ตัว แต่ละกรงจะมีขนาด 1.0 x 1.5 x 1.8 เมตร โดยเลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด ขนาด 5.0 x 8.9 x 2.6 เมตร ในแต่ละกรงทดลองจะมีถาดอาหารและถังน้ำให้ไก่ทดลองได้กินตลอดเวลา และมีการจัดการเลี้ยงดูที่ไม่แตกต่างกัน

อาหารที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ อาหารสำเร็จรูปทางการค้า สำหรับเลี้ยงไก่พื้นเมืองอายุ 3 สัปดาห์ถึงระยะจำหน่าย ที่ระดับโปรตีน 14เปอร์เซ็นต์กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้จากการนำยีสต์แห้ง (*Saccharomyces cerevisiae*) ปริมาณ 0.5 กิโลกรัมและน้ำตาลทราย 0.6 กิโลกรัม มาผสมในน้ำสะอาด 1 ลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดมาใส่ลงในน้ำ 15 ลิตร แล้วเติมกากน้ำตาล 0.9 กิโลกรัม และยูเรีย 0.7 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากันตลอดเวลาจนครบ 30 นาที แล้วจึงนำมาเทใส่กะบะที่มีกากมันสำปะหลังสดจำนวน 100 กิโลกรัมที่ได้จากโรงงานแป้งมัน โดยองค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลังสดมีวัตถุแห้ง 21.61 เปอร์เซ็นต์, ความชื้น 78.39 เปอร์เซ็นต์, คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย 78.41เปอร์เซ็นต์ , เถ้า 2.38เปอร์เซ็นต์ , เยื่อใยรวม 17.02เปอร์เซ็นต์, ไขมัน 0.20เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 1.99เปอร์เซ็นต์ จากนั้นผสมทั้งหมดให้เข้ากันในกะบะ แล้วใช้ผ้าใบปิดกะบะทิ้งไว้ 1 คืน รวมทั้งเปิดช่องสำหรับระบายน้ำที่ก้นกะบะออก เช้าวันถัดไปจึงตักกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ใส่ถุงพลาสติกขนาดบรรจุถุงละ 25 กิโลกรัม ซ้อนถุง 2 ชั้น มัดปากถุงให้แน่น เก็บในที่ร่มเป็นเวลา 21 วัน ทั้งนี้ กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ผ่านการหมักเรียบร้อยแล้วจะมีสีเหลืองนวล เนื้อสัมผัสคล้ายเนื้อเค้ก (cake) การเตรียมอาหารทดลองทำโดยนำกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มาผสมกับอาหารสำเร็จรูปทางการค้าให้เข้ากันตามอัตราส่วนของอาหารทดลองในทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 คือกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30% โดยน้ำหนักสดตามลำดับ ซึ่งจะทำการผสมอาหารข้นและกากมันหมักยีสต์ก่อนเลี้ยงสัตว์ทดลองทุกครั้งในช่วงเช้าและเย็น

สำหรับการเก็บตัวอย่าง จะทำการสุ่มเก็บอาหารที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะด้วยวิธี Proximate analysis ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) เพื่อหาค่าวัตถุแห้ง (Dry matter, DM) ความชื้น (Moisture) เถ้า (Ash) โปรตีนรวม (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใยรวม (Crude fiber, CF) และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (Nitrogen free extract ,NFE) ตรวจวิเคราะห์ค่าพลังงานทั้งหมด (Gross energy, GE) ด้วยวิธี Bomb Calorimeter วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ตามวิธีของ Bolsen et al. (1992) ตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile Fatty Acids , VFA) ได้แก่ กรดแลคติค (Lactic acid) กรดอะซิติค (Acetic acid) และกรดบิวทิริค (Butyric acid) ด้วยวิธีHPLC (Mathew, et al.,1997) ตรวจวิเคราะห์ค่าเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid detergent Fiber, ADF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent Fiber, NDF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) ด้วยวิธี Detergent method (Goering and Van Soest, 1970)

การเก็บข้อมูลการเลี้ยงไก่ทดลอง จะทำการเลี้ยงเพื่อปรับสภาพเป็นเวลา 10 วัน และเลี้ยงไก่ทดลองเป็นเวลา 92 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักไก่ทดลองก่อนทดลอง และชั่งน้ำหนักในทุกเดือนก่อนสิ้นสุดการทดลองเพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต สำหรับข้อมูลปริมาณการกินได้จะทำการชั่งน้ำหนักอาหารทดลองที่ให้และชั่งน้ำหนักอาหารที่เหลือในแต่ละทรีตเมนต์ทุกครั้งเพื่อนำมาหาข้อมูลปริมาณการกินได้และอัตราการแลกเนื้อ จากนั้นจึงนำ

ข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance (ANOVA)) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง

เมื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง พบว่า อาหารสำเร็จรูปทางการค้ามีค่า DM ,CP และ GE เท่ากับ 89.87เปอร์เซ็นต์,16.85เปอร์เซ็นต์และ 4,141.91 แคลอรี่/กรัม. ตามลำดับ โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่ามีค่าDM น้อยกว่า และค่า CP มากกว่าที่ระบุไว้ในฉลากของถุงอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเท่ากับ 87.00 และ 14.00เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่า ค่า CP ของอาหารสำเร็จรูปทางการค้าในการทดลองมีค่าสูงกว่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้าสำหรับไก่รุ่นพื้นเมือง อายุ 7-16 สัปดาห์ ซึ่งมีค่า CP เท่ากับ 14 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2552) ดังนั้นอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ใช้ในการทดลองจึงมีค่า CP เพียงพอต่อการเลี้ยงสัตว์ทดลอง

Table 1 Chemical composition of concentrate feed and yeast fermented cassava pulp

Chemical composition (%)	concentrate feed	yeast fermented cassava pulp
Dry matter (DM)	89.87	20.13
Crude protein (CP)	16.85	10.34
Ether extract (EE)	2.06	0.26
Crude fiber (CF)	6.68	16.60
Ash	8.44	2.70
Nitrogen free extract (NFE)	65.97	70.10
Acid detergent Fiber (ADF)	-	22.82
Neutral detergent Fiber (NDF)	-	39.08
Acid detergent lignin (ADL)	-	6.70
Cellulose	-	16.12
Hemicellulose	-	16.26
Gross energy (GE) (cal/g.)	4,141.91	3,545.85
pH	-	1.7
Volatile Fatty Acids (VFA) (%)		
Lactic acid	-	1.52
Acetic acid	-	0.39
Butyric acid	-	0.19

สำหรับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ พบว่า มีค่า DM และ CP เท่ากับ20.13และ 10.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่า DM ใกล้เคียงกับกากมันสำปะหลังสด (21.61 %)แต่มีค่า CP มากกว่ากากมันสำปะหลังสด (1.99%) ทั้งนี้ เพราะกรรมวิธีการทำกากหมักสำปะหลังหลักยีสต์มีการเติมยูเรีย จึงส่งผลให้ค่า CP สูงขึ้น ในขณะที่ค่า pH เท่ากับ 1.70 และมีค่ากรดไขมันระเหยได้ Lactic acid,Acetic acid และ Butyric acid เท่ากับ 1.52, 0.39, และ 0.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 1)

เมื่อนำกากมันสำปะลังหมักยีสต์มาทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสดสำหรับเลี้ยงไก่ทดลองในทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 มีค่า DM เท่ากับ 85.65, 83.21 และ 76.61เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่า GE เท่ากับ 4,082.31, 4,022.70 และ 3,963.10 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ และค่า CP เท่ากับ 16.20,15.55และ 14.90เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table2) ซึ่งพบว่ามีค่าต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ทั้งนี้เนื่องจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ มีค่าDM และค่าCP ต่ำกว่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้า ดังนั้น เมื่อนำกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้า จึงส่งผลให้มีค่า DM และค่า CP ลดลงไปด้วย อย่างไรก็ตาม พบว่าค่า CP ในทุกทรีตเมนต์มีค่าไม่ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยังคงมีระดับโปรตีนที่เพียงพอสำหรับเป็นอาหารไก่ทดลองหรือไก่รุ่นพื้นเมืองที่มีอายุ 7-16 สัปดาห์(กรมปศุสัตว์, 2552)

Table 2 Chemical composition of dietary treatments used in the experiment (%DM).

Chemical composition(%)	Treatment			
	1	2	3	4
Dry matter (DM)	89.87	85.65	83.21	76.61
Moisture	10.13	14.35	16.79	23.39
Crude protein (CP)	16.85	16.20	15.55	14.90
Ether extract (EE)	2.06	1.89	1.71	1.53
Crude fiber (CF)	6.68	7.68	8.67	9.66
Ash	8.44	7.87	7.30	6.72
Nitrogen free extract (NFE)	65.97	66.39	66.80	67.21
Gross energy (GE) (cal/g.)	4,141.91	4,082.31	4,022.70	3,963.10

Note: T1 = concentrate feed

T2, T3 and T4 = yeast fermented cassava pulp substitution of commercial concentrate feed at 10, 20 and 30% respectively.

Chemical composition in Treatment 2, 3 and 4 were from calculation

สมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยละโว้

จากผลงานวิจัย พบว่าน้ำหนักไก่ทดลอง และปริมาณการกินได้ตลอดระยะเวลาการทดลองของไก่ทดลองที่อายุ 24-115 วันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยไก่ทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 11020.84±70.84, 1,119.94±146.73 , 999.59±187.92และ 1,163.10±124.40กรัม/

ตัว ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาที่ปริมาณการกินได้ของไก่ทดลองเมื่ออายุ 31-70 วัน พบว่า ปริมาณการกินได้ในรูปของวัตถุแห้งของไก่ทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 38.52±4.22, 49.44±4.41, 43.85±3.23และ 40.36±2.20กรัม/ตัว ตามลำดับทั้งนี้อาจเพราะไก่ทดลองในช่วงอายุนี้ เป็นช่วงการเจริญเติบโตร่างกายและกล้ามเนื้อ จึงส่งผลให้ปริมาณการกินได้ในแต่ละทรีตเมนต์แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อไก่ทดลองมีอายุในช่วง 71-115 วันพบว่าปริมาณการกินได้ในทุกทรีตเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถติ

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยไก่ทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 11.10±0.77, 12.18±1.60, 10.87±2.05 และ 12.65±1.36กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของไก่ทดลองในงานวิจัยครั้งนี้มีค่าน้อยกว่ารายงานของ ดรุณีและคณะ (2551) ที่ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง 4 สายพันธุ์ ภายใต้การเลี้ยงดูเช่นเดียวกันและใช้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับโปรตีน 17, 19 และ 21 เปอร์เซ็นต์เลี้ยงไก่ทดลองเพียงอย่างเดียวพบว่าอัตราการเจริญเติบโตช่วงอายุ 2 – 16 สัปดาห์ของไก่ประดู่หางดำ ไก่เหลืองหางขาวไก่แดงและไก่ชีมีค่าเท่ากับ 15.77 ± 0.15, 15.39 ± 0.20, 14.05 ± 0.16 และ 14.25 ± 0.16 กรัม/วันตามลำดับทั้งนี้ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนปริมาณของอาหารสำเร็จรูปทางการค้า จึงอาจส่งผลให้ไก่ทดลองได้รับโภชนะที่น้อยกว่างานวิจัยของ ดรุณีและคณะ (2551) ซึ่งใช้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว ประกอบกับระดับโปรตีนในอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ใช้เลี้ยงไก่ทอลองในงานวิจัยครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 14% จึงอาจส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตในงานวิจัยครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าเช่นกัน

สำหรับอัตราการแลกเนื้อพบว่า ในทุกทรีตเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยไก่ทดลองทรีตมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 3.51±0.19, 4.59±0.32, 4.48±1.12 และ 3.17±0.39ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ทรีตเมนต์ที่ 4 ซึ่งใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 30% มีแนวโน้มของอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุด ทั้งนี้จากการศึกษาของ นริศรา และคณะ (2555)พบว่า ไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำและพันธุ์ชีที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อและอาหารไก่ไข่ ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 16 สัปดาห์ มีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 6.59 และ 5.71 ตามลำดับและจากรายงานของ ดรุณีและคณะ (2551) พบว่า ไก่ประดู่หางดำที่อายุ 2-16 สัปดาห์ มีค่าอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 3.49±0.10 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการแลกเนื้อของไก่พื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์มีค่าแตกต่างกัน อาจเนื่องจากความแตกต่างของอาหารที่ใช้เลี้ยง และการปรับปรุงสายพันธุ์ให้มีสมรรถภาพการผลิตที่แตกต่างกัน

Table 3 Productive performance of Thai Lavo Chicken fed with difference feed (As dry basis)

Items	Treatment				P-value
	1	2	3	4	
Weight(g/head)					
Initial weight	112.50±12.50	106.25±6.25	108.75±3.75	111.90±0.60	0.88
Final weight	1,133.34±83.33	1,226.19±140.48	1,108.34±191.67	1,275.00±125.00	0.74
Weight gain	1020.84±70.84	1,119.94±146.73	999.59±187.92	1,163.10±124.40	0.75
Feed intake(g/head)					
At 24-30 days old	13.97±2.66	17.26±0.42	16.46±0.49	15.51±1.36	0.13
At 31-70 days old	38.52±4.22^{b}	49.44±4.41^{a}	43.85±3.23^{ab}	40.36±2.20^{b}	0.03
At 71-115 days old	65.40±9.78	86.34±9.10	81.20±10.06	74.63±7.93	0.10
Total feed intake (age 24-115 days old)	117.89±16.64	153.04±13.65	141.50±13.69	130.50±9.14	0.06
average daily gain(g/head/d)	11.10±0.77	12.18±1.60	10.87±2.05	12.65±1.36	0.75
Feed conversion ratio	3.51±0.19	4.59±0.32	4.48±1.12	3.17±0.39	0.16

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ (P<0.05)

สรุป

การศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า การใช้กากมันสำปะหลังซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งมันสำปะหลังมาปรับปรุงคุณภาพโดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ร่วมกับยูเรีย ทำให้องค์ประกอบทางโภชนะโปรตีนของกากมันสำปะหลังมีค่าเพิ่มขึ้น และการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30% พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อของไก่ไทยละโว้ที่เลี้ยงอายุระหว่าง24-115 วันเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ทดลองที่กินอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. (2552). **คู่มือการเลี้ยงและป้องกันโรคในไก่พื้นเมือง**. (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมปศุสัตว์. (ม.ป.ป.). **ครัวไก่ไทยละโว้**.สืบค้นวันที่ 8 พฤศจิกายน 2558 จาก http://pvlo-lbr.dld.go.th/th/word/chickenpro.pdf.

ดรุณี ณ รังษี, ทวี อบอุ่น และปภาวรรณ สวัสดี. 2551. สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง 4 สายพันธุ์ภายใต้
สภาพการจัดการแบบเดียวกัน. **รายงานผลการวิจัยประจำปี กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์**. สืบค้นจาก http://e-journal.dld.go.th/?p=341.

นริศรา สวยรูป, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์, วุฒิไกร บุญคุ้ม และมนต์ชัย ดวงจินดา. (2555). สมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำและซีที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อ และอาหารไก่ไข่. **แก่นเกษตร**, 40 ฉบับพิเศษ 2 , 248-252.

นฤมล สมคุณา, จรัส สว่างทัพ, เอกสิทธิ์ สมคุณา, นิตยา พุ่มอำภา, นิพรรษา อินทร์แสง และยุภาพร นนเสนา. (2556). การเพิ่มระดับโปรตีนของกากมะพร้าวและมันสำปะหลัง โดยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรีย.**ว. วิทย. กษ.**44 : 1 (พิเศษ) : 267-270.

สุเมธ ไตรพฤกษชาติ, ยุวเรศ เรื่องพานิช, เสกสม อาตมางกูร, อรประพันธ์ ส่งเสริม และ สุกัญญารัตนทับทิมทอง. (2552). ผลของระดับกากมัน สำปะหลังในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพ ไข่. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47**. (หน้า 165-173).

อภินันท์ จินพละ. กรมปศุสัตว์. (ม.ป.ป.). **การเลี้ยงไก่ไทยละโว้**.สืบค้นวันที่ 8 พฤศจิกายน 2558 จาก http://pvlo-lbr.dld.go.th/th/word/f1.pdf.

AOAC. (1990). Association of fficial Analytical Chemists .**Official Methods of Analysis**. 15th ed.Washington DC, pp. 69-70.

Bolsen, K., C. Lin, B.E. Brent, A.M. Feryerherm, J.E. Urban and W.R. Aimutis.(1992). Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages.**J.Dairy Sci.**,75, 3066-3083.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest.(1970). **Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and SomeApplications)**. Agricultural Handbook.No. 379, USDA.

Mathew S.,Sagathevan S., Thomas J., and Mathen G. 1997.An HPLC method for estimation of volatile of Volatile fotty acid in ruminal fluid. Indian **J. Anim. Sci.**61:805-809.

Oboh, G., and A. A. Akindahunsi. 2003. Biochemicalchanges in cassava products (flour &gari) subjected toSaccharomyces cerevisae solid media fermentation.**Food Chem**. 82:599–602.

ผลการใช้มันสำปะหลังบดร่วมกับใบมันสำปะหลังแห้งในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่และคุณภาพไข่

The Effects of Cassava Meal and Dried Cassava Leaf in Layer Diet on Laying Performance and Egg Quality

พีรพงศ์ พุ่มประดับ[1*], ยุวเรศ เรืองพานิช[1] และเสกสม อาตมางกูร[1]

Perapong Pumpradub[1*], Yuwares Ruangpanit[1] and Seksom Attamangkune[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังบดร่วมกับใบมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ ใช้ไก่พันธ์ H&N ที่อายุ 21-33 สัปดาห์ จำนวน 375 ตัวแบ่งเป็น 5 กลุ่ม โดยใช้แผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์แต่ละกลุ่มทดลองมี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 15 ตัว อาหารเป็นสูตรไม่เติมสารสี มี 5 สูตรคือ สูตร 1: สูตรควบคุมใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นหลัก สูตร 2: ใช้มันสำปะหลังบดทดแทนข้าวโพด 15 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3-5: อาหารทดลองสูตร 2 เสริมใบมันสำปะหลังแห้ง 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ไก่ไข่กลุ่มที่ได้รับอาหารสูตร 2 มี สมรรถภาพการผลิต มวลไข่ และปริมาณการกินอาหารลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม มีคะแนนสีไข่แดงต่ำที่สุด ระดับใบมันสำปะหลังแห้งที่เพิ่มขึ้นในสูตร ส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตลดลงและคะแนนสีไข่แดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยไก่ที่กินอาหารสูตร 4 และ 5 มีสมรรถภาพการผลิต มวลไข่ และปริมาณการกินต่ำที่สุด และมีคะแนนสีไข่แดงสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตร 3 สรุปว่าใบมันสำปะหลังแห้งช่วยเพิ่มคะแนนสีไข่แดงได้ แต่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิต

ABSTRACT

The effect of dietary dried cassava leaves meal supplementation on laying performance and egg quality was investigated. The 375 H&N laying hens during 21-33 weeks of age were divided in to 5 groups using Completely Randomized Design. Each group was composed with 5 replications 15 birds each. The treatments were 1) corn-soybean diet (control), 2) corn-soybean diet (15% of corn replaced by cassava meal) and 3-5) Diet 2 with dried cassava leaves at 2.5, 5 and 7.5%, respectively. Layer fed with Diet 2 had poorer egg production ($P<0.01$), yolk color score, egg mass and feed intake compared to the control group ($P<0.01$). An increase of dried cassava leaves meal in the diets decreased production performance, but increased yolk color score ($P<0.01$). Consequently feeding with Diet 4 and 5 results in poor production performance and feed intake, although yolk color score of bird fed Diet 4&5 was significantly higher than that of Diet 3. Concluded that dried cassava leaves can improved yolk color score, but the affect production performance.

Key words: cassava, cassava leaves, yolk colors

[*] Corresponding Author; e-mail address: ppumpradub@hotmail.com

[1] ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

[1] Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kampaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

คำนำ

สำหรับอุตสาหกรรมไก่ไข่นั้นข้าวโพดนับเป็นแหล่งพลังงานหลักที่สำคัญ อีกทั้งยังมีองค์ประกอบของสารสีช่วยให้ไข่แดงมีสีแดงเข้มตามความต้องการของผู้บริโภค ในบางครั้งปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดต่ำลงและมีราคาแพงขึ้นส่งผลเสียต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ จึงมีแนวคิดที่จะหาแหล่งพลังงานอื่นทดแทน ซึ่งมันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งคาดว่ามีผลผลิตประมาณ 31.81 ล้านตันต่อปี (ศูนย์วิจัย ธ.ก.ส.,2559) แต่การนำมาใช้เลี้ยงไก่ไข่นั้นมีข้อเสียคือมันสำปะหลังมีปริมาณสารสีเช่น แซนโทฟิลล์ (xanthophyll) และแคโรทีน (carotene) ในปริมาณที่ต่ำ (อุทัย และคณะ, 2540) เป็นผลให้สีไข่แดงมีสีเหลืองซีด จากการทดลองการใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารไก่ไข่นั้นไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ แต่ส่งผลต่อระดับสีของไข่แดงที่ลดลง (Phalaraksh *et al.,* 1977) ทำให้ต้องมีการเสริมสารสีสังเคราะห์ซึ่งมีราคาแพง การเลือกใช้แหล่งสารสีอื่นจากธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง

ใบมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวที่เกษตรกรมักปล่อยทิ้งไว้โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ซึ่งใบมันสำปะหลังนี้มีระดับไซยาไนด์อยู่สูง แต่เมื่อนำมาผึ่งแดดไว้ 2-3 แดดให้แห้ง ปริมาณสารพิษจะลดลงจนอยู่ในระดับต่ำซึ่งสามารถนำมาเลี้ยงสัตว์ได้ โดยใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ เพราะมีโปรตีนประมาณ 15-42 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นกับสายพันธุ์และสภาพแวดล้อมที่ปลูก (Ravindran, 1993) นอกจากนั้นใบมันสำปะหลังยังเป็นแหล่งสารสีหรือแซนโทฟิลล์ โดยมีแซนโทฟิลล์ประมาณ 660 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของน้ำหนักแห้ง (พิชิตพล, 2549) จึงอาจเหมาะแก่การนำมาเลี้ยงสัตว์ เช่นไก่ไข่ การทดลองนี้จึงศึกษาการใช้มันสำปะหลังบดร่วมกับใบมันสำปะหลังแห้งต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่และคุณภาพไข่เพื่อการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังให้คุ้มค่าที่สุดในเชิงอาหารสัตว์

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองใช้ไก่พันธ์ H&N อายุ 21-33 สัปดาห์ จำนวน 375 ตัวแบ่งเป็น 5 กลุ่มทดลอง แต่ละกลุ่มประกอบด้วย 5 ซ้ำๆละ 15 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Complete Randomized Designed (CRD) องค์ประกอบวัตถุดิบอาหารทดลองแสดงไว้ใน Table 1 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของอาหารโดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (1990) แสดงใน Table 1 จากนั้นทำการสุ่มไก่ทดลองแต่ละกลุ่มให้กินอาหารทดลองดังต่อไปนี้

สูตรที่ 1 อาหารข้าวโพด+กากถั่วเหลืองเป็นหลัก

สูตรที่ 2 อาหารข้าวโพด+มันสำปะหลัง 15 %+กากถั่วเหลืองเป็นหลักและไม่เสริมใบมันสำปะหลังแห้ง

สูตรที่ 3 อาหารข้าวโพด+มันสำปะหลัง 15 %+กากถั่วเหลืองเป็นหลัก+ใบมันสำปะหลังแห้ง 2.5%

สูตรที่ 4 อาหารข้าวโพด+มันสำปะหลัง 15 %+กากถั่วเหลืองเป็นหลัก+ใบมันสำปะหลังแห้ง 5%

สูตรที่ 5 อาหารข้าวโพด+มันสำปะหลัง 15 %+กากถั่วเหลืองเป็นหลัก+ใบมันสำปะหลังแห้ง 7.5%

มันสำปะหลังและใบมันสำปะหลังทำการผึ่งแดดให้แห้งแล้วบดละเอียด ใบมันสำปะหลังเลือกเก็บทั้งหมดจากต้น ริดก้านออกเพื่อลดปริมาณเยื่อใยให้น้อยลง ตากแดดให้แห้งแล้วนำมาบดเพื่อประกอบสูตรอาหารให้มีโภชนะต่างๆครบถ้วนดังแสดงใน Table 1 ตลอดการทดลองแม่ไก่ได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่

เหมือนกันทุกกลุ่มแบ่งเป็น 2 มื้อ คือ 7.00 และ 14.00 น. ให้น้ำผ่านรางด้านบนกรงตับตลอดเวลา โปรแกรมการให้แสง 16 ชั่วโมง

การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกข้อมูลแบ่งเป็น 3 ช่วง ช่วงละ 28 วัน คือช่วงอายุ 21-25, 26-29 และ 30-33 สัปดาห์ โดยในแต่ละช่วงมีการบันทึกข้อมูลดังนี้ บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดของแต่ละช่วงการทดลอง ผลผลิตไข่ จำนวนการตาย และทำการตรวจวัดคุณภาพไข่ โดยเก็บไข่ในทุกๆ 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง เพื่อวัดคุณภาพไข่ดังนี้

1. น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัมต่อฟอง)

2. สุ่มไข่มาทุกซ้ำในแต่ละกลุ่ม โดยสุ่มมาซ้ำละ 3 ฟองเพื่อทำการตรวจวัดความสูงของไข่ขาวเพื่อใช้คำนวณค่าฮอฟยูนิต วัดระดับคะแนนสีของไข่แดงโดยใช้พัดเทียบสีไข่แดงของบริษัท Roche และความหนาของเปลือกไข่โดยใช้ไมโครมิเตอร์ความละเอียดที่อ่านได้ต่ำสุด 0.001 มิลลิเมตร

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผลการเสริมมันสำปะหลังบดร่วมกับใบมันสำปะหลังแห้งต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่

การใช้มันสำปะหลังบดทดแทนข้าวโพด 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารไก่ไข่ พบว่าอัตรารอดชีวิตและความหนานแน่นของอาหารไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรข้าวโพด แต่ปริมาณการกินอาหารต่อตัวต่อวัน ปริมาณการกินอาหารต่อผลผลิต 1 กิโลกรัม อัตราให้ผลผลิตต่อแม่ไก่มีชีวิต (HD) ผลผลิตต่อแม่ไก่เริ่มการทดลอง (HH) และมวลไข่เฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (Table 2-3) ขณะที่ วิภาสิริและคณะ (2558) ทดลองใช้มันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานเทียบกับข้าวโพดพบว่า ไก่กินอาหารน้อยลงเล็กน้อย แต่ไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตของแม่ไก่เช่นเดียวกับ สุวรรณีและคณะ (2543) รายงานว่าการใช้มันสำปะหลังในระดับสูงส่งผลให้ปริมาณการกินอาหารต่อตัวต่อวันลดลงตามระดับมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นในสูตรโดยไม่ส่งผลต่อผลผลิตไข่ คุณภาพไข่และน้ำหนักฟองไข่

การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ส่งผลให้อัตรารอดชีวิตไม่แตกต่างกัน ($P=0.05$) ความหนาแน่นของอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมใบมันสำปะหลัง 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความหนาแน่นของอาหารลดลงตามปริมาณของใบมันสำปะหลังแห้งที่เพิ่มขึ้นในสูตร ($P<0.01$) (Table 2) ซึ่งใบมันสำปะหลังแห้งนั้นมีความฟ่ามและเป็นฝุ่น จึงทำให้อาหารผสมที่ได้มีลักษณะเบาเป็นฝุ่นมีความฟ่ามสูงรบกวนการกินอาหารของสัตว์ อาจทำให้เกิดการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจและต้องดื่มน้ำมากขึ้น (อุทัยและวิไลลักษณ์, 2540) ส่งผลให้ปริมาณการกินอาหารต่อตัวต่อวัน ปริมาณการกินอาหารต่อผลผลิต 1 กิโลกรัม อัตราให้ผลผลิตต่อแม่ไก่มีชีวิต ผลผลิตต่อแม่ไก่เริ่มการทดลอง และมวลไข่เฉลี่ยในกลุ่มที่เสริมใบมันสำปะหลังแห้ง 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ลดลงตามระดับของใบมันสำปะหลังแห้งที่เพิ่มขึ้น (Table 2-3) ขัดแย้งกับ ทิพย์วดีและคณะ (2552) รายงานว่าไก่ไข่ที่ได้รับใบมันสำปะหลังที่ระดับ 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีปริมาณการกินอาหารมากกว่ากลุ่มควบคุม

Table 1 Feed ingredients and Chemical composition by calculation of the experimental layer diets.

Ingredients	Diets				
	1	2	3	4	5
Corn	51.81	34.34	32.29	30.25	28.20
Rice bran	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Cassava	0.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Cassava leaves	0.00	0.00	2.50	5.00	7.50
Coconut oil	2.51	2.76	3.31	3.87	4.42
Soybean meal (45% CP)	29.01	31.32	30.36	29.39	28.42
DL-methionine	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
Mono di-calcium phosphate (21%)	1.31	1.34	1.35	1.36	1.36
Limestone	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Calcium carbonate	4.37	4.24	4.18	4.12	4.08
Salt	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34
Vitamin-mineral premixs	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Chemical composition					
ME, Kcal/kg	2,750 (3,975)	2,750 (3,979)	2,750 (3,990)	2,750 (3,990)	2,750 (3,997)
Protein (%)	17.50 (17.83)	17.50 (17.75)	17.50 (17.78)	17.50 (17.89)	17.50 (17.86)
Lipid (%)	5.54 (5.78)	5.28 (5.86)	5.92 (6.42)	6.56 (7.65)	7.19 (9.12)
Crude fiber (%)	3.93 (3.62)	4.18 (4.06)	4.58 (4.78)	4.99 (5.34)	5.39 (5.96)
Calcium (%)	3.50 (3.94)	3.50 (3.64)	3.50 (3.72)	3.50 (4.02)	3.50 (3.81)
Phosphorus (%)	0.68 (0.73)	0.64 (0.72)	0.68 (0.79)	0.69 (0.82)	0.70 (0.90)
Avail. Phosphorus (%)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Salt	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Lysine	0.93	0.97	0.95	0.94	0.92
Methionine	0.41	0.42	0.42	0.43	0.43
Methionine + Cystine	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
Linoleic Acid	1.32	0.99	0.98	0.96	0.94
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

In parentheses means feed chemical composition by proximate analysis.

Table 2 Feed intake, Feed intake per dozen egg, liveability and bulk density of layer hens fed experimental diet containing variable of cassava meal and cassava leaves meal.

Diet	Feed intake (g/bird/day)	Feed intake per dozen egg (kg)	Liveability (%)	Bulk density (g/liter)
1	111.1[a]	1.76[a]	98.2	590.3[a]
2	105.7[b]	1.64[b]	99.6	589.7[a]
3	105.9[b]	1.63[b]	96.8	569.9[b]
4	94.5[c]	1.46[c]	100.0	562.7[c]
5	92.1[c]	1.48[c]	98.7	560.6[d]
P-value	<.0001	<.0001	0.05	<.0001

[1/]Means within column with different superscripts are highly significant different (P<0.01)

Table 3 Eggs production and egg mass of layer hens fed experimental diet containing variable of cassava meal and cassava leaves meal.

Diet	Hen-day production; HD (%)	Hen-house production; HH (%)	Egg mass
1	97.9[a]	96.1[a]	60.7[a]
2	92.1[b]	91.6[b]	57.2[b]
3	91.9[b]	88.9[c]	57.3[b]
4	84.8[c]	84.8[d]	52.3[c]
5	87.9[c]	86.6[d]	52.7[c]
P-value	<.0001	<.0001	<.0001

[1/]Means within column with different superscripts are highly significant different (P<0.01)

ผลการเสริมมันสำปะหลังบดร่วมกับใบมันสำปะหลังแห้งต่อคุณภาพไข่

การใช้มันสำปะหลังบดทดแทนข้าวโพด 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่าน้ำหนักฟองไข่ ความหนาเปลือกไข่ และค่าฮอฟยูนิตไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่คะแนนสีไข่แดงด้อยลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (Table 4) สอดคล้องกับ อุทัยและสุกัญญา (2547) รายงานว่าการใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารไก่ไข่ ไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ ทำให้ระดับสีของไข่แดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารไก่ไข่ทำให้ค่าฮอฟยูนิตไม่แตกต่างกัน (P>0.05) น้ำหนักฟองไข่ สีไข่แดง และความหนาเปลือกไข่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยกลุ่มที่มีการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักฟองไข่น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่น กลุ่มที่เสริมใบมันสำปะหลังแห้งระดับ 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์มีความหนาเปลือกไข่น้อยกว่ากลุ่ม

ทดลองอื่น (P<0.01) Guenthner *et al.* (1973) รายงานว่าวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งสารสี องค์ประกอบ และระดับของแซนโทฟิลล์นั้นไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ และคุณภาพไข่ จึงคาดว่าความแตกต่างของผลผลิตและความหนาเปลือกไข่มาจากปริมาณการกินได้ที่ลดลงจากอิทธิพลของมันสำปะหลัง (Table 2) คะแนนสีไข่แดงเพิ่มขึ้นตามปริมาณใบมันสำปะหลังแห้งที่เพิ่มขึ้นในสูตรอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) โดยกลุ่มที่เสริมใบมันสำปะหลังแห้ง 7.5 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนสีไข่แดงสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นที่มีการเสริมใบมันสำปะหลังแห้ง แต่ยังคงต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่กินอาหารข้าวโพด (Table 4) สอดคล้องกับ ทวีศักดิ์และคณะ (2543) รายงานว่าการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งมีผลให้คะแนนสีไข่แดงมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อไก่ไข่ได้รับปริมาณของใบมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น

Table 4 Eggs quality of hens fed experimental diet containing variable of cassava meal and dried cassava leaves meal.

Diet	Egg weight (g/egg)[1/]	Haugh unit	Yolk color score[1/]	Shell thickness (mm)[1/]
1	62.6[a]	79.9	9.1[a]	0.322[a]
2	62.1[a]	78.6	4.7[d]	0.320[a]
3	62.4[a]	80.3	5.9[c]	0.323[a]
4	61.7[a]	81.3	6.5[b]	0.309[b]
5	60.0[b]	79.5	6.7[b]	0.312[b]
P-value	0.0071	0.059	<.0001	0.0039

[1/]Means within column with different superscripts are highly significant different (P<0.01)

สรุปผลการทดลอง

ผลการใช้มันสำปะหลังบดทดแทนข้าวโพด15 เปอร์เซ็นต์พบว่าไก่ไข่มีสมรรถภาพการผลิต มวลไข่ ปริมาณการกินได้ ปริมาณการกินต่อผลผลิต 1 กิโลกรัม และสีไข่แดงลดลงโดยไม่มีผลต่อคุณภาพไข่ น้ำหนักฟองไข่ และค่าฮอฟยูนิต เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่กินอาหารสูตรข้าวโพด

การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับมันสำปะหลังบด พบว่าส่งผลให้สมรรถภาพการผลิต มวลไข่ ปริมาณการกินอาหาร และปริมาณการกินต่อผลผลิต 1 กิโลกรัมลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่กินอาหารสูตรข้าวโพดและกลุ่มที่กินอาหารมันสำปะหลังบดที่ไม่เสริมใบมันสำปะหลังแห้ง ขณะที่การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งในสูตรช่วยเพิ่มคะแนนสีไข่แดง

เอกสารอ้างอิง

ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และ อุทัย คันโธ. 2543. ประสิทธิภาพของสารสีจากใบมันสำปะหลังในอาหารไก่ไข่. น. 227-235. **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 (สาขาสัตว์และสาขาสัตวแพทยศาสตร์)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ทิพย์วดี พูลเดช, อุทัย คันโธ, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และชนินทร์ ติรวัฒนวานิช. 2552. การศึกษาผลการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารต่อคุณภาพไข่ และสมรรถภาพการผลิตไก่ไข่. **วารสารเกษตรนเรศวร ปีที่ 12 ฉบับพิเศษ**. น. 21-26.

พิชิตพล อังธีระนุวงศ์. 2549. **การศึกษาปริมาณแซนโทฟิลล์และแคโรทีนในใบมันสำปะหลัง**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิภาสิริ เสภารัตนานันท์, อุทัย คันโธ, สุกัญญา จัตตุพรพงษ และ อรุณี อิงคากุล. 2558. การใช้มันเส้นและใบมันสำปะหลังในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพและปริมาณโปรตีนในไข่ไก่. น. 43-52. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 (สาขาสัตว์และสาขาสัตวแพทยศาสตร์)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ศูนย์วิจัย ธ.ก.ส.. 2559. สถานการณ์มันสำปะหลัง. **บทวิเคราะห์สถานการณ์ราคาพืช/สัตว์เศรษฐกิจ**. http://www.baac.or.th/file-upload/12042-2-06_55.pdf. 6 เมษายน 2559

สุวรรณี แสนทวีสุข, อุทัย คันโธ, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และปุณฑริกา หะริณสุต. 2543. การใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในอาหารไก่ไข่. น.248-255. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 (สาขาสัตว์และสาขาสัตวแพทยศาสตร์)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

อุทัย คันโธ และ วิไลลักษณ์ ชาวอุทัย. 2540. **การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม

._____และ สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2547. **การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

A.O.A.C. 1990. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Association of Official Analytical Cahemists, Inc., Virginia.

Guenthner, E., C.W. Carlson, Olson, C.O. Kohler, and A.L. Livingston. 1973. Pigmentation of egg yolks by xanthophylls from corn, marigold, alfalfa and synthetic sources. **Poult. Sci**. 52: 1787-1798.

Phalaraksh, K., C. Nicornkit, J. M. Khajarern and S. Chongsai. 1997. The economic replacement of maize by cassava root meal in starter , grower, developer and layer diet, pp. 63-80. In **KKU-IDRC Cassava/Nutrition Project 1977 Annual Report**. Khon Kaen Univercity, Khon Kaen, Thailand.

Ravindran, V. 1993. A cssava Leaves as Animal feed: Potenial and limitations. **J. Sci. Food Agric**. 61: 141-150.

ผลของอาหารที่มีส่วนผสมของInulinและ Mannanoligosaccharides (MOS) ต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*)

The effect of dietary supplementation with Inulin and Mannanoligosaccharides (MOS) on growth performancein Red Tilapia (*Oreochromis niloticus* x*O. mossambicus*)

ณรงค์ฤทธ์ ดีสุด[1*] พัฒนี จันทรโรทัย[1] สนธิพันธุ์ ผาสุกดี[2] และไพรัตน์ กอสุธารักษ์[2]

Narongrit Deesud[1*],Pattanee Jantrarotai[1], Sontipan Pasukdee[2]and Pirat Kosutarak[2]

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของInulinและ Mannanoligosaccharides (MOS) ที่เสริมในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) ขนาดน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.7-0.8 กรัม ที่เลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน ด้วยอาหารทดลองดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 คือชุดควบคุม ซึ่งไม่มีการแสริมอาหารด้วย Inulinหรือ MOSชุดการทดลองที่ 2, 3, 4 คือชุดการทดลองที่เสริมด้วย0.1% Inulin, 0.3% Inulin, 0.1% MOS และ0.3% MOS ตามลำดับผลการศึกษาพบว่า ในชุดการทดลองที่เสริมอาหารด้วย Inulinหรือ MOS ทำให้ น้ำหนักของปลาเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน(ADG)และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR)ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) การเสริมอาหารด้วย MOS จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ดีกว่าการเสริมอาหารด้วย Inulinแต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิตสำหรับการเสริมอาหารด้วยInulin 0.1% และ การเสริมอาหารด้วย MOS 0.3% จะทำให้ปลามีการเติบโตดีกว่าการเสริมที่ระดับ 0.3%Inulinและ 0.1% MOS ส่วนอัตราการรอดพบว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ABSTRACT

The study was conducted to evaluate the effect of InulinandMannanoligosaccharides (MOS) supplemented in feed for growth performanceon Red tilapia (*Oreochromis niloticus x O. mossambicus*). The initial weight 0.7-0.8 g/fish were fed for 28 days with the following dietary treatment: treatment 1; control group without supplementation, treatment 2,3 and 4 supplemented with 0.1% Inulin, 0.3%Inulin, 0.1% MOS, 0.3% MOS, respectively. The results showed that Inulin and MOS supplementation increased growth performance such as weight gain, average dairy gain (AGD) and specific growth rate (SGR) relative to controlsignificantly($P<0.05$). The addition of MOS led to more favourable growth performance than the addition ofInulin but was not significantlydifference.The supplementation of 0.1% inulin and 0.3% MOS were more effected on growth performance than 0.3% Inulin and 0.1% MOS. The difference in percentage of survival rate was not significantlydifference among five treatments.

Key Words: Red Tilapia, Inulin, Mannanoligosaccharides, growth performance

* Corresponding auther; email address:soulsleeply_stab@hotmail.com

[1]ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ10900

[1]Department of Zoology,Faculty of science, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]กรมประมง ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]Department ofFisheries,Phaholyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900.

คำนำ

ปลานิลแดง(*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*)เป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญ เนื่องจากเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย เติบโตเร็ว และมีลักษณะตรงตามความต้องการของผู้บริโภคคือมีรสชาติดี มีไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า 3 สูง มีเนื้อนุ่มหวานมันกว่าปลานิลธรรมดา (พรรณศรี,2531) ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ฮ่องกง และสิงคโปร์(สุนีรัตน์ และคณะ, 2553))จากข้อมูลผลผลิตการเพาะเลี้ยงปลานิลแดงในประเทศไทยปี 2556 พบว่ามีปริมาณ 217,600 ตันคิดเป็นมูลค่า10,805.6 ล้านบาท (กรมประมง, 2558) ส่งผลให้เกษตรกรหันมาเพาะเลี้ยงปลานิลแดงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งความต้องการของเกษตรกรในการเพาะเลี้ยงคือต้องการให้ปลามีการเจริญเติบโตที่ดี มีความต้านทานโรค และมีอัตราการรอดที่สูง ซึ่งหนึ่งในแนวทางดังกล่าวคือการเสริมอาหารด้วยการใช้สารพรีไบโอติก (Prebiotic)เนื่องจากได้มีรายงานงานว่าประสบความสำเร็จในการเร่งการเจริญเติบโตในสัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม(ประวิทย์ และคณะ, 2553)อีกทั้งไม่ก่อให้เกิดสารตกค้างในผลิตภัณฑ์ เมื่อส่งไปยังต่างประเทศ เช่นกลุ่มสหภาพยุโรป(EU)เป็นต้น

สารพรีไบโอติก (Prebiotic)คือสารที่จะไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ แต่จะเป็นสารอาหารให้กับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (Probiotic) เช่น *Bifidobacterium* sp.,*Lactobacillus* sp. และ*Eubacterium*sp. (Cumming et al., 2001) โดยจะทำให้จุลินทรีย์เหล่านี้มีการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งบทบาทของจุลินทรีย์ดังกล่าวจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ ด้วยการย่อยกากใย (fiber) และเพิ่มความยาวของ villi และจำนวน globlet cell ในลำไส้เล็กของสัตว์ ทำให้สัตว์สามารถนำสารอาหารจำพวก กลูโคส, albumin,calcium, magnesium ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากขึ้น (Tiengtam *et al.,* 2015) นอกจากนี้จุลินทรีย์ดังกล่าวยังมีบทบาทในการยับยั้งจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ทำให้พื้นที่ของลำไส้มีความสมบูรณ์ ส่งผลทำให้สัตว์สามารถดูดซึมสารอาหารได้มากขึ้น (สาโรช, 2547; จิณณพัต และคณะ, 2551) ตัวอย่างสารพรีไบโอติกที่นิยมเสริมในอาหารสัตว์ ได้แก่ อินูลิน (Inulin) และแมนแนนโอลิโกแซกคาไรด์ (Mannanoligosaccharide;MOS)ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมอาหารปลานิลแดงด้วยสารพรีไบโอติก คือ อินูลิน(Inulin) และแมนแนนโอลิโกแซกคาไรด์(Mannanoligosaccharide;MOS) ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลานิลแดงแบบยั่งยืน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมปลาสำหรับทดลอง

นำลูกปลานิลแดงแปลงเพศให้เป็นเพศผู้ โดยมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ0.4-0.6กรัม ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดกำแพงเพชร มาอนุบาลในถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 1x2x1

ม.(กว้างxยาวxสูง) โดยให้กินอาหารปลาสำเร็จรูปวันละ 2 ครั้ง คือเวลา 8.00 น. และ16.00 น. เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ดำเนินการทดลอง

คัดเลือกลูกปลาที่มีสุขภาพดีจำนวน 300 ตัว จากถังไฟเบอร์กลาสที่อนุบาลลูกปลาไว้ สุ่มลงในตู้ทดลองขนาด0.45x0.90x0.45 ม. (กว้างxยาวxสูง) จำนวน 15 ตู้ ตู้ละ 20 ตัวโดยเริ่มชั่งน้ำหนักปลาก่อนนำปลาลงตู้โดยการสลบด้วยน้ำมันกานพลูและเอทธิลแอลกอฮอล์ 90% ในอัตราส่วน 1:9 ซึ่งน้ำหนักของปลาเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง0.7-0.8 กรัม ทำการให้อาหารวันละ 4 ครั้ง (7.30 น.,11.00 น., 14.30 น. และ 17.30 น.) เป็นเวลา 28 วัน โดยให้ปลากินอาหารจนอิ่ม ซึ่งสังเกตจากพฤติกรรมการกินอาหารของปลาในแต่ละครั้ง เพื่อไม่ให้อาหารเหลือ ทำการบันทึกน้ำหนักอาหารที่ปลากินในแต่ละวัน โดยก่อนการให้อาหารในแต่ละวันจะนำของเสียจากตู้ และเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 70% ด้วยวิธีการลักน้ำเพื่อรักษาคุณภาพของน้ำ พร้อมทั้งบันทึกจำนวนปลาที่เหลือรอด

การเตรียมอาหารทดลอง

วัตถุดิบของอาหารในแต่ละชุดการทดลองจะนำมาผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Hobart model A200T เมื่อผสมเข้ากันดีแล้วจะนำมาอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดอาหารจมจากนั้นนำมาเกลี่ยบนตะแกรงสำหรับตาก แล้วนำตากไว้ให้แห้ง ในห้องสำหรับตากอาหารที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมงเพื่อขจัดความชื้นเมื่ออาหารแห้งแล้วจะบรรจุลงในถุงพลาสติกและเก็บรักษาไว้ในตู้แช่ -20 องศาเซลเซียส โดยที่อาหารในแต่ละชุดการทดลองจะมีส่วนประกอบโภชนะพื้นฐานเหมือนกัน ประกอบด้วยโปรตีน 28.89% ไขมัน 9.39% เถ้า 7.57% เยื่อใย 7.37% และพลังงาน 453 กิโลแคลอรี่อาหารแต่ละชุดการทดลองแตกต่างกันที่ระดับInulinและMannanoligosaccharides(MOS) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 คือสูตรอาหารที่ไม่เสริมInulinและ Mannanoligosaccharides (MOS)

ชุดการทดลองที่ 2คือสูตรอาหารที่เสริมInulin 0.1%

ชุดการทดลองที่ 3คือสูตรอาหารที่เสริมInulin 0.3%

ชุดการทดลองที่ 4คือสูตรอาหารที่เสริม MOS 0.1%

ชุดการทดลองที่ 5คือสูตรอาหารที่เสริม MOS 0.3%

การวางแผนการการทดลองและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด(Completely Randomized Design;CRD)โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 5 ชุด (Treatment)ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ(replication)

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทุกๆ 2 สัปดาห์จะชั่งน้ำหนักรวมของปลาแต่ละตู้ ข้อมูลที่ได้จะนำไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต (Growth performance)ได้แก่ น้ำหนักของปลาที่เพิ่มขึ้น (Weight gain) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Gain ; ADG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Ratio; FCR)ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Efficiency; FE) และ

เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย (Percent survival rate)เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์หาความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA)และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการเจริญเติบโตของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหาร 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 คือชุดที่ไม่ได้รับการเสริมอาหารด้วย Inulinหรือ Mannanoligosaccharides (MOS) ชุดการทดลองที่ 2 (เสริมอาหารด้วย Inulin 0.1%) ชุดการทดลองที่ 3 (เสริมอาหารด้วย Inulin 0.3%)ชุดการทดลองที่ 4 (เสริมอาหารด้วย MOS 0.1%)ชุดการทดลองที่ 5 (เสริมอาหารด้วย MOS 0.3%)เป็นเวลา 28 วัน ได้ผลตามที่แสดงไว้ในTable1

จากการศึกษาพบว่าในชุดการทดลองที่เสริมอาหารด้วย Inulinและ MOS จะให้ค่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ได้แก่ ค่าน้ำหนักของปลาที่เพิ่มขึ้น (Weight gain) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Gain ; ADG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed Efficiency; FE) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Ratio; FCR) และเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย (Percent survival rate) ดีกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้เสริมอาหารด้วย Inulinและ MOS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)ทั้งนี้เนื่องจากทั้ง Inulinและ MOS เป็นสาร prebioticที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสัตว์ โดยจะไปมีผลโดยตรงต่อความยาวและความหนาแน่นของ villi ทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมสารอาหารของสัตว์เพิ่มมากขึ้น อีกทั้ง prebiotic จะเป็นอาหารโดยตรงให้กับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (Probiotic) โดยจุลินทรีย์ดังกล่าวจะมีบทบาทในการยับยั้งเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค ทำให้ปริมาณของเชื้อโรคลดลง ส่งผลให้ความต้องการของจุลินทรีย์ที่ใช้สารอาหารที่ได้จากโฮสต์ลดลง ทำให้สัตว์สามารถดูดซึมสารอาหารได้มากขึ้น (วันดี และคณะ, 2554) นอกจากนี้Probiotic ยังมีบทบาทในการย่อยกากใย (Fiber)ในอาหารให้อยู่ในรูปที่โฮสต์ สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อการเจริญเติบโตต่อไป (Ringo *et al*., 2006)

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริม Inulin(ชุดการทดลองที่ 2 และ 3) กับปลาในชุดการทดลองที่เสริมอาหารด้วย MOS(ชุดการทดลองที่ 4 และ 5)พบว่าปลาในชุดการทดลองที่เสริมอาหารด้วย Inulinจะมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตน้อยกว่า ปลาในชุดการทดลองที่เสริมอาหารด้วย MOSเนื่องจาก Inulinเป็นสารประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่มีโมเลกุลของน้ำตาลฟรักโทส (fructose) 10-60 โมเลกุล ในขณะที่ MOS เป็นสารประเภทโอลิโกแซคคาไรด์(oligosaccharide) ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาล Mannose 2-20 โมเลกุล (สาโรช, 2547;กีรณา และคณะ,2556)ทำให้จุลินทรีย์ Probiotic สามารถย่อย MOS ได้เร็วกว่า Inulinจึงทำให้ปลานิลแดงได้รับประโยชน์จากอาหารได้มากกว่า(Mahious *et al*., 2006) ประกอบกับInulinไม่มีผลต่อการทำงานของเอนไซน์อะไมเลส(amylase) ในขณะที่ MOS จะมีส่วนช่วยในการทำงานของ เอนไซม์ amylase ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการย่อยสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ให้เป็นน้ำตาลเพื่อนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานต่อไป โดยเอนไซน์ดังกล่าวจะมีบทบาทสำคัญต่อปลากินพืช เช่น ปลานิลแดง ซึ่งเป็นปลาที่ใช้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก (เวียง, 2542)

สำหรับชุดการทดลองที่เสริมอาหารด้วย Inulinและ MOS ที่ระดับ 0.1% และ 0.3% พบว่าปลาในชุดการทดลองที่เสริมอาหารด้วย Inulin 0.1% จะให้ค่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตดีกว่าปลาในชุดการทดลองที่เสริมที่

ระดับ 0.3% อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าปริมาณของ Inulin ลงในอาหารนั้นมากเกินไป เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Anne *et al*,(2007) ในปลาAtlantic salmon (*Salmo salar* L.) ที่พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของ Inulin ในอาหารที่มากเกินจะส่งผลให้ villi ของปลาถูกทำลาย ทำให้มีการดูดซึมสารอาหารได้น้อยลง ซึ่งต่างจากการเสริมอาหารด้วย MOS พบว่าที่ระดับ 0.3% พบว่าจะทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาดีกว่าและแตกต่างจากปลาในชุดทดลองที่เสริมด้วย MOS ที่ระดับ 0.1% แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในลูกปลานิล (จิณณพัต และคณะ, 2551)และปลาเวลล์แคทฟิช (*Silirus glanis*) (Bogut *et al*., 2006) ทั้งนี้เนื่องจาก MOS จะไปเพิ่มความสูงของ villi และยังเพิ่มความลึกของ csypt ที่บริเวณเยื่อบุลำไส้ ทำให้มีการเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมสารอาหารของปลามากขึ้น (จิณณพัต และคณะ, 2551)

สำหรับอัตราการรอดตายของปลาที่ได้รับอาหารเสริมด้วย Inulinและ MOS ที่ระดับ 0.1% และ 0.3% พบว่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุมเช่นเดียวกับการศึกษาในลูกปลานิลของ จิณณพัต และคณะ, (2551) และTiengtam *et al*.,(2015)

Table 1 Mean and SD of Initial weight,Final weight,Weight gain, Average Daily Gain (ADG), Specific Growth Rate (SGR), Feed Conversion Ratio (FCR), Feed Efficiency (FE) andPercentage of survival rate on Red tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*)fed on 5 diet treatments for 28 day

Growth Performance	Treatment				
	1	2	3	4	5
Initial weight (g/fish)	0.77±0.012^{a}	0.79±0.006^{a}	0.78±0.015^{a}	0.78±0.000^{a}	0.78±0.010^{a}
Final weight (g/fish)	5.31±0.428^{a}	5.54±0.180^{ab}	5.45±0.308^{ab}	5.48±0.210^{ab}	6.02±0.119^{c}
Weight gain (g/fish)	4.55±0.425^{a}	4.75±0.183^{ab}	4.67±0.304^{ab}	4.70±0.212^{ab}	5.24±0.112^{b}
ADG (g/fish)	0.16±0.015^{a}	0.17±0.007^{ab}	0.17±0.011^{ab}	0.17±0.008^{ab}	0.19±0.004^{b}
SGR (%/day)	6.90±0.290^{a}	6.97±0.141^{ab}	6.95±0.182^{ab}	6.97±0.145^{ab}	7.30±0.044^{b}
FCR	1.09±0.047^{ab}	1.06±0.045^{ab}	1.07±0.032^{ab}	1.05±0.039^{ab}	1.03±0.020^{a}
FE	0.92±0.040^{ab}	0.95±0.040^{ab}	0.93±0.028^{ab}	0.96±0.035^{ab}	0.97±0.019^{b}
Survival rate (%)	93.33±5.773^{a}	98.33±2.887^{a}	100.00±0.000^{a}	100.00±0.000^{a}	100.00±0.000^{a}

Treatment1 =Control; Treatment 2 =Inulin 0.1%;Treatment 3 =Inulin 0.3%; Treatment4 = mannanoligosaccharides 0.1% ; Treatment5 = mannanoligosaccharides 0.3%

** Mean±SD in the same line not sharing a common super script letter were significant differences. (P<0.05)

สรุป

การเสริมอาหารด้วย InulinและMOS จะมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตดีกว่าชุดที่ไม่ได้เสริม ขณะที่การเสริมอาหารด้วยInulin กับ ชุดที่เสริมอาหารด้วยMOS พบว่าในชุดที่เสริมอาหารด้วยInulin จะมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตได้น้อยกว่า ชุดที่เสริมอาหารด้วย MOS นอกจากนี้ชุดที่เสริมอาหารด้วยInulin 0.1% กับ 0.3% พบว่าปลาในชุดที่เสริมอาหารด้วย Inulin 0.1%จะให้ค่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตได้ดีกว่า ชุดที่เสริมอาหารด้วย Inulin 0.3% อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่ชุดที่เสริมอาหารด้วย MOS พบว่าปลาในชุดที่เสริมอาหารด้วยMOS ที่ระดับ 0.3% จะมีค่าการเจริญเติบโตที่ดีกว่าและแตกต่างกับชุดที่เสริมอาหารด้วย MOS ที่ระดับ 0.1%อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)สำหรับอัตราการรอดพบว่า ทุกชุดการทดลองแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดกำแพงเพชร ที่ให้การอนุเคราะห์ลูกปลานิลเพื่อใช้ในการทดลอง ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์น้ำจืดพระนครศรีอยุธยา สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด จังหวัดพระนครศรีอยุธยาสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด กรมประมง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง และภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่สนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กีรณา อยู่หัตถ์, สุทธิพงศ์ ศักดิ์อุบล และมณฑารพ ยมาภัย. 2556. **Manno-Oligo Saccharide (MOS).** Available.Source:http://personal.sut.ac.th/montarop/2013%20WBSITE/School_of_Biotech/Blog/Blog.html. September 14, 2013

กรมประมง. 2550. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2548**. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ. กรมประมง

จิณณพัต สำรองพันธุ์, นนทวิทย์ อารีย์ชนและประพันธ์ศักดิ์ ศรีษะภูมิ.2551. ผลของการเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดและความต้านทานโรคของลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus*). **งานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46**: สาขาประมง,กรุงเทพมหานคร. หน้า: 147-155.

ประวิทย์ วงศ์สุวรรณ, สมชาย โสรีกุน, สุรวัฒน์ ชลอสันติสกุล, จารุณี เกษรพิกุลและภัทราพร ภุมรินทร์. 2553. ผลของพรีไบโอติกส์ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตในไก่เนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทยลูกผสม.**วารสารคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร** มหาวิทยาลัยศิลปากร. 1(2): 1-16

พรรณศรีจริโมภาส. 2531. ปลานิลแดงสายพันธุ์ไทย. **วารสารการประมง**41(1): 41-43.

วันดี ศิริโชคชัชวาล ธงชัย เฉลิมชัยกิจ และณุวีร์ ประภัสระกูล. 2554. **บทบาทของโปรไบโอติกในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกร**.ภาควิชาจุลชีววิทยาคณะสัตวแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,กรุงเทพมหานคร.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542.**โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สาโรชค้าเจริญ. 2547. **อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุนีรัตน์เรืองสมบูรณ์, ศักดิ์ชัยชูโชติและปวีณาทวีกิจการ. 2553. การเจริญเติบโตของปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม*Spirulina platensis* แห้ง. **วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง**. 4 (1): 51-60

Anne, M. B.M., H. P. Michael, M. S. Patricia, R. S. S.Stale, T. Landsverk, E. RingøandA.Krogdahl. 2007.Effects of dietary soyabean meal, inulin and oxytetracyclineon intestinal microbiota and epithelial cell stress, apoptosisand proliferation in the teleost Atlantic salmon (*Salmo salar*L.), **Brit.J.Nutr**.97: 699–713

Bogut, I., Z. Milakovic,J. Pavlicevic, and D. Petrovic. 2006. Effect of Bio-Mos on performance and health of European catfish (*Sillirus glanis)*. **Proceedings of Alltech's 22nd Annual Symposium** April 23-26. Lexington, KY, USA.

Cumming, J.M., G.T. Macfarlane. and H.N. Engiyst.2001. Prebiotic digestion and fermentation. **Amer.J.Clini.Nutr**.73: 415-420.

Mahious, A. S., F.J. Gatesoupe,M. Hervi,R. Metailler. and F. Ollervier. 2006. Effect of dietary Inulin and oligosaccharides as prebiotics for Weaning turbot(*Psetta maxima)*. **Aquacult.Int**.14: 219-229

Mourino, J.L.P., F.N. Vieira, A.B. Jatoba, B.C. Silva, G.F. A.Jesus, W.Q. Seiffert and M.L.Martins 2012. Effect of dietary supplementation of inulin and *W. cibariaon* haemato-immunological parameters of Hybrid surubim (*Pseudoplatystoma* sp.). **Aquacult.Nutr**.18: 73–80.

Ringo, E., S. Sperstad, R. Myklebust, T.M. Mayhew. and R.E. Olsen. 2006.The effect of dietary inulin on aerobic bacteria associated with hindgut of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). **Aquaculture Research** 37:891-897

Tiengtam, N., S. Khempaka, P. Paengkoum. and S. Boonanuntanasarn. 2015. Effects of inulin and Jerusalem artichoke *(Helianthus tuberosus*) as prebiotic ingredients in the diet of juvenile Niletilapia (*Oreochromis niloticus*). **Ani.Feed.Sci.and.Technol**.207: 120–129

ผลของระดับกากมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารรวม ต่อการย่อยได้ของโภชนะในระบบหลอดทดลอง

Effect of fermented cassava pulp level in total mixed ration (TMR) diet on nutrient digestibility on *in vitro* technique

วาสนา ศิริแสน[1*],มนกานต์ อินทรกำแหง[1], สุภาวดี ปิระเต[1] และ วิโรจน์ ภัทรจินดา[2]

VatsanaSirisan*[1], Supawadee Piratae[1],Manakant Intrakamhaeng[1]and Virote Pattarajinda[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาระดับของกากมันสำปะหมักที่เหมาะสมในสูตรอาหารรวม ที่มีผลต่อการย่อยได้โภชนะในระบบหลอดทดลอง โดยมีการวางแผนการทดลองแบบCompletely Randomized Design (CRD) ที่มีการใช้กากมันสำปะหลังหมักมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ที่ระดับ 0, 30,45 และ 55 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทดสอบการย่อยได้โภชนะโดยใช้ AnkomDaisy^{II} Incubator (Ankom Technology Crop, Fairport NY) นำข้อมูลการย่อยได้ของโภชนะมาวิเคราะห์สถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ผลการศึกษาพบว่าการย่อยได้ของสิ่งแห้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การย่อยได้เยื่อใย NDFและเยื่อใย ADF มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ระดับการใช้กากมันหมัก 45 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังนั้นการใช้กากมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการตอบสนองต่อการย่อยได้โภชนะสูงสุด

ABSTRACT

The study on levels of fermented cassava pulpin TMR diet on nutrient digestibility in *in vitro* technique. Under treatments completely randomized design (CRD)consisting of 4 levels of treatment of fermented cassava pulps as 0, 30, 45 and55 % of TMR diet. The nutrient digestibility of TMR diets was examined by using Ankom Daisy II Incubator.Alldata were analyzed by using Statistical analysis program. The result shown that the IVDMD of TMR diet are not significantly different. However, the level of fermented cassava pulp at 45 % has a significant increaseof IVNDFD and IVADFD. Thus, this study indicated that the optimum level of fermented cassava pulp at 45% in TMR diet has high a potential to improve nutrient digestibility.

Keywords: fermented cassava pulp, total mixed ration (TMR) diet, nutrient digestibility

* Corresponding author; email address: Siri.vatsana@gmail.com

[1]คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม44000

[1]Faculty of Veterinary Science, Mahasarakham University, Mahasarakham44000

[2]ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น40000

[2]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, KhonKaen University, KhonKaen 40000

คำนำ

กากมันสำปะหลัง (Cassava pulp) เป็นเศษเหลือจากกระบวนการผลิตแป้งมัน ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่ได้รับความนิยมจากเกษตรกรในการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยมีองค์ประกอบคาร์โบไฮเดรตที่สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้ 66.22 เปอร์เซ็นต์ แต่กากมันสำปะหลังมีองค์ประกอบโปรตีนค่อนข้างต่ำคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 1 – 4 เปอร์เซ็นต์ (Thao and Huong, 1992) จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้มีการนำกากมันสำปะหลังมาใช้เป็นอาหารสัตว์ในกลุ่มพลังงานเป็นหลัก อย่างไรก็ตามจากกระแสที่มีการใช้กากมันสำปะหลังเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาวิธีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนะโดยเฉพาะโปรตีนในกากมันสำปะหลัง ด้วยการหมักกากมันสำปะหลังร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์จากการศึกษาของThongkratok et al. (2010) ในการหมักกากมันสำปะหลังด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ร่วมกับยูเรียที่ระดับ 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 และ 1.25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 วัน ในสภาพไม่มีอากาศ พบว่าการหมักกากมันสำปะหลังด้วยเชื้อยีสต์ร่วมกับยูเรีย 1.25 เปอร์เซ็นต์ทำให้มีโปรตีนสูงที่สุดคือ 21.2 เปอร์เซ็นต์และ Kaewwongsa et al. (2011) ศึกษาการหมักกากมันสำปะหลังด้วยเชื้อยีสต์ 4 ระดับคือ 0, 0.5, 2.5 และ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยหมักร่วมกับยูเรีย 10 เปอร์เซ็นต์ และกากน้ำตาล 1.25 เปอร์เซ็นต์ โดยมีระยะเวลาในการหมักที่แตกต่างกันคือ 0, 1, 3 และ 5 วัน พบว่าปริมาณโปรตีนจะสูงที่สุดเมื่อหมักกากมันสำปะหลังร่วมกับเชื้อยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 5 วัน มีโปรตีนเท่ากับ 26.4 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพกากมันโดยวิธีการหมักด้วยเชื้อราร่วมกับยีสต์ จากการรายงานของ Jin et al. (1999) พบว่าเชื้อรา *Rhizopusoligosporus*มีคุณสมบัติในการย่อยโปรตีนและย่อยแป้งได้ เนื่องจากมีเอนไซม์โปรติเอส (protease) และเอนไซม์กลูโคอะไมเลส (glucoamylase) ตามลำดับ เมื่อใช้เชื้อรา *R. oligosporus*หมักร่วมกับเศษเหลือจากกระบวนการผลิตแป้ง พบว่าสามารถเพิ่มโปรตีนในเซลล์ของเชื้อรา (fugal biomass)ได้สูงถึง 46 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เชื้อรา *Rhizopus*sp. ยังสามารถผลิตเอนไซม์ เพคติเนส (pectinase) เพื่อย่อยเพคตินที่จับอนุภาคแป้งในกากมันสำปะหลังเอาไว้ เมื่อใช้ร่วมกับ *R. oligosporus*ในการหมักกากมันสำปะหลังจะทำให้ประสิทธิภาพของการย่อยแป้งของ *R. oligosporus*ได้ดีขึ้น Akindahunsi et al. (1999) ได้ทำการศึกษาโดยหมักกากมันสำปะหลัง 1 กิโลกรัม หมักร่วมกับเชื้อรา*Rhizopusoryzae* และสารละลาย 730 มิลลิลิตร (urea 80 กรัม; $MgSO_4.2H_2O$ 7 กรัม; KH_2PO_4 13 กรัม; และ citric acid 20 กรัม)เป็นเวลา 3 วันพบว่าโปรตีนในกากมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจาก 4.43 เปอร์เซ็นต์เป็น 8.66 เปอร์เซ็นต์

จากคุณสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังหมักได้ จึงควรมีการศึกษาถึงระดับที่เหมาะสมในการใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสูตรรวมในระบบ *in vitro*เพื่อให้ได้ระดับที่เหมาะสมในการใช้เป็นอาหารสัตว์ต่อไป ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับกากมันสำปะหลังหมักที่เหมาะสมในอาหารสูตรรวม ที่มีผลต่อการย่อยได้โภชนะและขบวนการหมักย่อยในระบบ *in vitro*

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ที่มีการคัดเลือกกากมันสำปะหลังหมักที่หมักร่วมกับเชื้อ *S.cerevisiae*และ *R. oligosporus*ในวันที่ 10 ของการหมักที่ให้ผลตอบสนองในด้านองค์ประกอบโปรตีนเพิ่มขึ้น เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) มีปริมาณลดลง มาเป็น

ส่วนประกอบในอาหารสูตรรวม (Total mixed ration, TMR) ที่ระดับ 0, 30,45 และ 55 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหารที่ได้จากคำนวณสูตรอาหารโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป KCF 2006 (วิโรจน์ และ มนต์ชัย, 2549) โดยมีสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองดังนี้ (Table1)

สูตรที่ 1กากมันหมักที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 2 กากมันหมักที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 3 กากมันหมักที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 4 กากมันหมักที่ระดับ 55 เปอร์เซ็นต์

วิเคราะห์ค่าการย่อยโภชนะในระบบ *in vitro*ได้แก่ การย่อยได้ (*In vitro* dry matter digestibility, IVDMD) การย่อยได้ของเยื่อใย NDF (IVNDFD) และการย่อยได้ของเยื่อใย ADF (IVADFD) โดยใช้ Ankom Daisy Incubator (Ankom Technology Crop, Fairport NY) นำข้อมูลการย่อยได้ของโภชนะมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลอง CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น $p<0.05$ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistical analysis (SAS, 1996)

Table 1 Feed ingredient of total mixed ration (TMR) by calculation

Ingredient, %DM	Level of fermented cassava pulp (%)			
	0	30	45	55
Cassava chip	33.91	19.15	16.80	15.00
Corn	15.00	15.00	10.00	3.00
Rice bran	10.00	5.00	2.00	5.00
Molasses	5.00	5.00	5.00	2.00
Fermented cassava pulp	0.00	30.00	45.00	55.00
Soybean meal	15.00	5.00	1.00	0.00
Urea	1.09	0.50	0.20	0.00
Fermented bagasse	20.00	20.00	20.00	20.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition (%)				
DM	88.00	88.11	88.38	89.46
CP	14.00	14.00	14.00	14.00
TDN	63.84	40.00	27.8	20.00
ADF	15.45	17.75	19.00	20.76
NDF	26.29	27.90	28.66	30.74

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักร่วมกับเชื้อ*S.cerevisiae*และ *R. oligosporus*ในวันที่ 10 ของการหมักมาเป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ที่ระดับ 0, 30,45 และ 55 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร เพื่อทดสอบการย่อยได้โภชนะในระบบ *in vitro*พบว่าการย่อยได้ของ IVDMD, IVNDFD และ IVADFD มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.66, 39.62 และ 16.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจากผลการศึกษาพบว่าการย่อยได้ของ IVDMD ของอาหาร TMR มีค่าสูงสุดในสูตรที่ใช้กากมันหมัก 45เปอร์เซ็นต์และมีค่าลดลงต่ำสุดในสูตรที่ไม่ใช้กากมันหมักเป็นส่วนผสมในอาหาร TMRแต่อย่างไรก็ตามในทุกระดับการใช้กากมันหมักในสูตรอาหาร TMRทำให้การย่อยได้ของ IVDMD แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งในการย่อยได้ของสิ่งแห้งขึ้นอยู่กับปริมาณสิ่งแห้งในสูตรอาหาร โดยจากสูตรอาหารทดลองมีการปรับปริมาณสิ่งแห้งให้ใกล้เคียงกัน รวมทั้งในกากมันสำปะหลังที่ผ่านการหมักมาแล้วอาจทำให้มีการเปลี่ยนโครงสร้างที่ทำให้ง่ายต่อการเข้าย่อยโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก เมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในสูตรอาหารทำให้การย่อยได้สิ่งแห้งเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ ปัทมา (2551) ในการใช้กากมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 0, 20, 40 และ 54 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร พบว่าการย่อยได้ของอาหารเพิ่มขึ้นแบบโค้งกำลังสามตามระดับของการใช้กากมันสำปะหลังหมักที่เพิ่มขึ้น (70.8, 76.7, 81.0 และ 86.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ส่วนการย่อยได้ของ IVNDFD และ IVADFDมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตามการใช้กากมันหมักเป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ในระดับที่เพิ่มขึ้นในช่วง 45-55 เปอร์เซ็นต์(Table 2)ทั้งนี้ในการใช้กากมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนผสมในอาหาร TMR ในระดับที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณ NDF และ ADF เพิ่มขึ้นด้วย โดย NDF และ ADF ที่เป็นส่วนประกอบของกากมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการหมักมาแล้ว อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทำให้ง่ายต่อการเข้าย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักได้ดีขึ้น รวมทั้งในสูตรอาหารTMRที่มีปริมาณ NDF อยู่ในช่วง 26.8-42.2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการย่อยได้ดีขึ้น (Ivetaand Vladimír, 2015)รวมทั้งในกากมันสำปะหลังหมักยังอาจมีส่วนของเซลล์จุลินทรีย์ที่เหลือจากกระบวนการหมัก เมื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร TMR เซลล์จุลินทรีย์เหล่านี้ยังสามารถเป็นแหล่งของ prebiotic ให้กับจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักได้ จึงช่วยทำให้กระบวนการหมักย่อยโภชนะในกระเพาะรูเมนได้ดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Dawson and Girard (1997)อ้างโดย Vatsana (2013) แนะนำว่าการเสริมยีสต์ *S. cerevisiae*ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องช่วยปรับปรุงการย่อยได้ของเยื่อใย รวมทั้งช่วยกระตุ้นการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มที่ย่อยเยื่อใย (cellulolytic bacteria)และขบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน

Table 2 Different levels of fermented cassava pulp in TMR diet on *In vitro* nutrient digestibility

Item	Level of fermented cassava pulp					
	0%	30%	45%	55%	SEM	p-value
[1]IVDMD,%	70.57	74.11	77.33	76.66	1.59	ns
[2]IVNDFD,%	32.65[b]	29.67[b]	50.22[a]	45.94[a]	3.16	**
[3]IVADFD,%	12.67[b]	8.62[b]	24.38[a]	19.39[ab]	2.60	**

[a,b] Different superscripts in the same row are show significant differences (P<0.05)

ns = no significance differences ,**P<0.05

[1]IVDMD = *In vitro* dry matter digestibility at 48 hour of incubation period

[2]IVNDFD = *In vitro* neutral detergent fiber digestibility at 48 hour of incubation period

[3]IVADFD = *In vitro* acid detergent fiber digestibility 48 hour of incubation period

สรุป

การใช้กากมันสำปะหลังหมักร่วมกับเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae*และ *R. oligosporus*ที่ระยะเวลาการหมัก 10 วัน มาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร TMR เพื่อทดสอบการย่อยได้โภชนะ โดยพบว่าการใช้กากมันสำปะหมักเป็นส่วนผสมในอาหารTMR ที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร ทำให้ตอบสนองต่อการย่อยได้สิ่งแห้ง เยื่อใย NDF และ ADF เพิ่มขึ้นสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักบริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยมหาสารคามในการสนับสนุนแหล่งเงินทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2557และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์และสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สถานีทดลองและฝึกอบรมเกษตรกรรม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้ออำนวยอุปกรณ์เครื่องมือในการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

วิโรจน์ ภัทรจินดา และมนต์ชัย ดวงจินดา. 2549. **KCF 2006 โปรแกรมจัดการอาหารโคนมและคำนวณสูตรอาหารต่ำสุด**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปัทมา ไวยบุญญา. 2551. **ผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักทดแทนแหล่งพลังงานต่อการย่อยได้ของสูตรอาหารโคนมในระบบ *in vitro***. การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 4คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Akindahunsi AA, G.Oboh, AA. Oshodi. 1999. Effect of fermenting cassava with Rhizopusoryzae on the chemical composition of its flour and gari. **Riv. Ital. Sostance Grasse**. 76: 437-440.

Jin,B., J. Van Leeuwen, B. Patel. 1999. Mycelial morphology and fungal protein production from starch processing wastewater in submerged culture of *Aspergillus oryzae*.**Pro. Biochem.** 34:335-340.

Kaewwongsa, W., S. Traiyakun, C. Yuangklang, C.Wachirapakorn, and P. Paengkoum.2011. Protein enrichment of cassava pulp fermentation by Saccharomyces cerevisiae. **J. Anim Vet Adv.**10:234-2440.

Iveta M., and V. Vajda.2015. Digestibility of NDF and its effect on the level of rumen fermentation of carbohydrates. **Actafytotechn. zootechn**. 18: 110–113.

SAS. 1996. The SAS system, Version 6.2, SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Thao, N. N., and N. H. Huong. 1992. Solid-state fermentation of Manioc to increase protein content. **Applications of Biotechnology to traditional fermented foods**. 100 – 104.

Thongkratonk, R.,S.Khempa, and W.Molee.2010. Protein enrichment of cassava pulp using microorganisms fermentation techniques for us as an alternative animal feedstuff. **J. Animvet.Adv**. 9:2859-2862.

Vatsana Sirisan.2013. Screening and identification of lactic acid utilizing yeasts in the rumen by molecular technique for increasing dairy cattle performance. **A thesis for the degree of doctor of philosophy KhonKaen University**, KhonKaen.

สาขาสัตวแพทยศาสตร์

Subject: Veterinary Medicine

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



การศึกษาผลของวัคซีนไบโอฟิล์ม *Streptococcus agalactiae* ในปลานิล

Study on affected of *Streptococcus agalactiae* biofilm vaccine in Nile Tilapia

องอาจ เลาหวินิจ[1*] และณรงค์ อาบกิ่ง[2]

Ong-ard Lawhavinit[1*] and Narong Abking[2]

บทคัดย่อ

ปลานิล (Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*) คือ ปลาน้ำจืดมีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่นิยมบริโภคกันมากที่สุดในประเทศไทย โรคที่สำคัญในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิล คือ โรคสเตรปโทคอกโคซีส (Streptococcosis) ที่สามารถป้องกันได้โดยการทำวัคซีน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาปริมาณแอนติบอดีและความต้านทานต่อการได้รับเชื้อ *Streptococcus agalactiae* ในปลานิลหลังการได้รับวัคซีนไบโอฟิล์ม *S. agalactiae* ผลการศึกษาพบว่าการให้วัคซีนไบโอฟิล์มของเชื้อ *S. agalactiae* ที่แยกมาจากปลาป่วยจะกระตุ้นให้เกิดแอนติบอดีไตเตอร์ 213±73.9 ที่มากกว่ากลุ่มที่ให้วัคซีนเชื้อตายและกลุ่มควบคุม ค่าโลหิตวิทยาที่พบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าปลานิลหลังการได้รับวัคซีนไบโอฟิล์ม *S. agalactiae* 14 วัน มีความต้นทานต่อเชื้อ *S. agalactiae* มีค่า RPS เท่ากับ 57 และมีค่าอัตราการรอดตายร้อยละ 66.7±5.8 ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่ให้วัคซีนเชื้อตายและกลุ่มควบคุม

ABSTRACT

Tilapia (Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*) is a freshwater fish species that have economic value and the most popular among consumers in Thailand. One major disease in farmed tilapia is Streptococcosis, which is prevented by the vaccine. So this study aimed is evaluation of antibodies titers and the resistance to infection of fish after receipted the *S. agalactiae* biofilm vaccine. Fish accepted the biofilm vaccine of *S. agalactiae* isolated from diseased fish, had antibody titers (213 ± 73.9), which more than the killed vaccine group and the control group. However, hematology parameter of all group did not show significant statistically difference. The experimental fish after 14 days vaccinated with *S. agalactiae* biofilm vaccine had resistant to the experimental infection, the value of the RPS was 57, and percent survival rate had 66.7 ± 5.8, which more than the killed vaccine group and control group.

Key words: Nile Tilapia, Biofilm Vaccine, *Streptococcus agalactiae*

*Corresponding Author; E-Mail address: **fvetonl@ku.ac.th**

1คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1]Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University

[2]คณะเทคนิคการสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University

คำนำ

ปลานิล (Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, Linn.) เป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ และนิยมบริโภคกันมากที่สุดในประเทศไทย ข้อมูลจากกองประมงระหว่างประเทศ กรมประมง (2554) ได้รายงานว่าการส่งออกปลาน้ำจืดในรอบ 8 ปี (2545-2552) ปลานิลมีปริมาณการส่งออกเฉลี่ยปีละ 33,454 ตัน มูลค่า 1,421 ล้านบาทต่อปี และสาเหตุที่ปริมาณการส่งออกปลานิลลดลงอย่างมากในปี 2552-2553 เนื่องจากเกิดโรคระบาดในพื้นที่การเพาะเลี้ยงของประเทศ ทำให้ส่งผลกระทบต่อภาคการผลิตสินค้าประมง เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ สาเหตุโรคที่สำคัญอย่างหนึ่งในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิล คือ โรคสเตรปโทคอกโคซีส (Streptococcosis) และเชื้อสเตรปโทคอกคัสที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดโรคในปลานิล คือ *S. agalactiae* และ *S. iniae* องค์การโรคระบาดสัตว์ระหว่างประเทศ (World Organization for Animal Health หรือ OIE) ระบุว่าเชื้อ *S. iniae* สามารถก่อให้เกิดโรคสัตว์สู่คน (zoonosis) การรักษาโรคนี้โดยใช้ยาปฏิชีวนะจะเป็นสาเหตุการตกค้างของยาและมีผลกระทบกับผู้บริโภค จึงเป็นข้อห้ามใช้กับสัตว์เลี้ยงเพื่อการบริโภคของหน่วยงานรัฐในหลายๆ ประเทศ การทำวัคซีนในสัตว์น้ำ (Ellis, 1999) จึงเป็นวิธีที่ดีกว่าการใช้ยา การทำวัคซีนโดยวิธีการฉีดนั้นจะให้ผลความคุ้มกันโรคได้ดีที่สุด (นิลุบล และคณะ 2549; Evans และคณะ 2004)) แต่ก็มีข้อเสียในเรื่องค่าใช้จ่ายในการจัดการฟาร์ม สิ้นเปลืองแรงงาน และทำให้ปลาเกิดความเครียด (ภิรัตน์ 2552) วิธีการทำวัคซีนโดยการผสมอาหารให้ปลากินนั้นถือว่าให้ผลความคุ้มกันโรคได้น้อยที่สุด เนื่องจากแอนติเจนที่ปลากินเข้าไปจะถูกทำลายในระบบทางเดินอาหาร ก่อนที่ปลาจะดูดซึมเข้าสู่ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ถ้าสามารถหาวิธีป้องกันให้แอนติเจนที่ผสมอาหารให้ปลากินไม่ถูกทำลายก่อนที่ร่างกายจะดูดซึมเข้าสู่ระบบภูมิคุ้มกัน จะส่งผลต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำให้สูงขึ้น การสร้างวัคซีนไบโอฟิล์มจะเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ไบโอฟิล์ม คือ รูปแบบการเจริญของแบคทีเรียรูปแบบหนึ่ง ที่อาศัยโครงสร้างการสื่อสารระหว่างเซลล์ช่วยในการยึดเกาะระหว่างเซลล์แบคทีเรีย ยึดจับกับพื้นผิวสัมผัส และสร้างสิ่งห่อหุ้มตัวเองด้วยโครงสร้างของโพลิแซคคาไรด์ ไบโอฟิล์มจึงมีประโยชน์ต่อเซลล์ ช่วยในเรื่องการอยู่รอดของเซลล์ในสิ่งแวดล้อมและในตัวโฮสต์ อีกทั้งยังสามารถช่วยให้เซลล์แบคทีเรียทนต่อยาปฏิชีวนะ และทนต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายแบบไม่จำเพาะเจาะจงของโฮสต์ (Shera และคณะ 2006; Kaur และคณะ 2009) การศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาปริมาณแอนติบอดีและความต้านทานต่อการรับเชื้อ *S.agalactiae* ของปลานิลหลังการได้รับวัคซีนไบโอฟิล์ม *S.agalactiae* เพื่อนำข้อมูลไปใช้พัฒนาการใช้วัคซีนไบโอฟิล์มในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การแยกเชื้อ *S. agalactiae* จากปลาป่วย

ทำการแยกเชื้อ *S. agalactiae* จากตัวอย่างปลานิลป่วยที่แสดงอาการป่วยของโรคสเตรปโทคอกโคซีสแบบเฉียบพลัน จากบ่อเลี้ยงปลานิลในจังหวัดฉะเชิงเทรา นครปฐม และเพชรบุรี นำปลาป่วยมาทำการแยกเชื้อจนได้เชื้อ *S. agalactiae* ที่บริสุทธิ์ ตามวิธีการในมาตรฐานสินค้าเกษตร 10453-2553 เรื่องการชัณสูตรโรคสเตรปโทคอกคัสในปลานิล จากตับ สมอง ไตส่วนท้าย และม้าม จนได้โคโลนีเดี่ยวๆ บนอาหาร Tryptic soy agar และนำเชื้อ *S. agalactiae* บริสุทธิ์ไปจำแนกชนิดโดยใช้ API 20 STREP (Biomerieux)

การสร้างไบโอฟิล์มเชื้อ *S. agalactiae*

การสร้างไบโอฟิล์ม (Biofilm) จะทำการเพาะเลี้ยงเชื้อ *S. agalactiae* ที่แยกจากปลาป่วยให้มีความเข้มข้น 10^8-10^9 เซลล์ต่อมิลลิลิตร หรือมีค่าความขุ่น (OD:Optical Density) เท่ากับ 0.6 ส่วนหนึ่งนำไปเตรียมเซลล์ที่ทำให้ตาย โดยนำไปต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (Nayak และคณะ 2004) เพื่อใช้ผสมอาหาร และอีกส่วนหนึ่งนำไปเหนี่ยวนำให้เกิดไบโอฟิล์มตามเทคนิควิธีการของ Shera *et al.,* (2006) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Broth (TSB) ความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส (Glucose) ร้อยละ 1.5 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการแยกกรองไบโอฟิล์มและนำไบโอฟิล์มของเชื้อไปต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (Nayak และคณะ 2004) และเชื้อทั้งสองชนิดให้นำไปผสมกับอาหารปลาในอัตราส่วน 20 มิลลิลิตรต่ออาหารปลา 1 กิโลกรัม ผสมจนเข้ากันดีแล้วทิ้งให้แห้ง ก่อนนำไปเก็บในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เลี้ยงปลาต่อไป

การทดสอบผลของวัคซีนไบโอฟิล์มเชื้อ *S. agalactiae*

การทดสอบประสิทธิภาพอาหารวัคซีนไบโอฟิล์มของเชื้อ *S. agalactiae* กับปลานิลทดลอง จะทำโดยนำอาหารผสมวัคซีนไบโอฟิล์ม อาหารผสมเชื้อ *S. agalactiae* ที่ไม่ได้เหนี่ยวนำให้เกิดไบโอฟิล์มและถูกฆ่าให้ตายในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และอาหารปลานิลปกติ โดยนำไปใช้เลี้ยงปลานิลน้ำหนักเฉลี่ย 100±5.8 กรัม แบบขังเดี่ยว ในแต่ละการทดลอง ให้อาหารร้อยละ 3 ของน้ำหนักตัว 2 มื้อ ในตอนเช้าและเย็น เปลี่ยนถ่ายน้ำทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 2 เดือน ระหว่างการเลี้ยงจะทำการเจาะเลือดปลานิล 3 ตัว ทุกๆ การทดลองทุกสัปดาห์ เพื่อเก็บซีรั่มตรวจระดับของแอนติบอดี้ที่สร้างขึ้น (Morrison และ Nowak, 2002) โดยวิธี Direct Agglutination Microplate Assay ตามวิธีการของ Kaplan และ Garratty (1985) ตรวจค่าทางโลหิตวิทยา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ตามวิธีการของ (Thomas, 1998) และทำการทดสอบความคุ้มกันโรค โดยการฉีดเข้าช่องท้องปลาทดลองและปลาควบคุมด้วยเชื้อ *S. agalactiae* ความเข้มข้นที่ 10^9 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร สังเกตอาการของปลา และตรวจนับจำนวนปลาป่วย และปลาตายในช่วง 14 วัน จากนั้นนำปลาที่ป่วยและตายไปตรวจวินิจฉัยเพื่อยืนยันสาเหตุการเกิดโรค และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติและประเมินประสิทธิภาพของวัคซีน

ผลและวิจารณ์ผล

จำนวนตัวอย่างปลาป่วยทั้งหมด 77 ตัวอย่าง ได้มาจากจังหวัดฉะเชิงเทรา นครปฐม และเพชรบุรี จำนวน 28 19 และ 30 ตัวอย่าง ตามลำดับ ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม 2556 วินิจฉัยเบื้องต้นตามพยาธิกำเนิดของโรคสเตรปโทคอกโคซีส (มาตรฐานสินค้าเกษตร 10453, 2553) มีสาเหตุจากการจัดการการเลี้ยงที่ไม่เหมาะสม มีการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมอย่างรุนแรง อุณหภูมิน้ำที่ร้อนจัดในเวลากลางวัน และการเพิ่มจำนวนของเชื้อแบคทีเรียในน้ำที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์สูง ปลาเครียดและทำร้ายกันเอง จนทำให้เกิด

บาดแผลเป็นช่องทางให้เชื้อแบคทีเรียเข้าทำลายระบบภายในร่างกาย มีอัตราการตายมากกว่าร้อยละ 50 พบปลาป่วยมีลักษณะภายนอกที่เด่นชัด คือ อาการท้องขยายใหญ่ ตาโปน กระจกตาขุ่น มีเลือดออก ว่ายน้ำผิดปกติ ไม่มีทิศทาง สูญเสียการทรงตัว บางตัวอาจแสดงอาการควงสว่าน มีเลือดออกบริเวณลูกตา พบเกิดขึ้นกับลูกตาข้างเดียว หรือทั้งสองข้างก็ได้ มีเลือดคั่งบริเวณโคนครีบ แผ่นปิดเหงือก ผิวหนัง และรอบรูทวาร ลักษณะภายในที่เด่นชัด คือ มีของเหลวลักษณะใส หนืด หรือปนเลือดในช่องท้อง ตับขยายใหญ่มีสีซีดลง ม้ามขยายใหญ่มีสีเข้มขึ้น ผนังลำไส้ด้านนอกมีเลือดคั่ง (รูปที่ 1) รอยโรคภายในพบการอักเสบของเยื่อบุช่องท้อง การตกเลือดภายในและการอักเสบของเยื่อหุ้มหัวใจ สามารถแยกเชื้อ *S. agalactiae* ได้จากตับ และสมองของปลาป่วยจำนวน 12 สายพันธุ์ แยกเป็นปลาป่วยจากจังหวัดฉะเชิงเทรา 7 สายพันธุ์ (CH0156 ถึง CH0756) จังหวัดนครปฐม 3 สายพันธุ์ (NP0156 ถึง NP03) และจังหวัดเพชรบุรี 2 สายพันธุ์ (PB0156 ถึง PB0256) ทุกเชื้อที่แยกได้แสดงคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *S. agalactiae* ตามวิธีการ API 20 STREP ในตารางที่ 1 ลักษณะดังกล่าวให้ผลเหมือนกับรายงานของ Duremdez และคณะ (2004) ที่พบเกิดกับปลา Silver Pomfret (*Pampus argenteus*) ประเทศคูเวต และ Evans และคณะ (2004) กล่าวไว้ว่าการเกิดโรคแบคทีเรียในปลามักพบในสภาวะการเลี้ยงที่ไม่เหมาะสม น้ำขุ่นเข้มมีสารอินทรีย์และพืชน้ำสูง เป็นเหตุให้เกิดสภาวะคุณภาพน้ำเสื่อม เช่น ออกซิเจนต่ำในเวลากลางคืน ทำให้ปลาเครียดและอ่อนแอ เกิดการติดเชื้อและเป็นโรคได้ง่าย การแก้ไขโดยการใช้ยาปฏิชีวนะแม้ว่าจะมีส่วนช่วยให้ปลาเป็นโรคน้อยลง แต่ยาตกค้างในเนื้อปลาจะส่งผลเสียต่อผู้บริโภค องค์การอาหารและยาจึงไม่อนุญาตให้ใช้ยาอันตรายในการเลี้ยงปลา ปัจจุบันเกษตรกรจึงใช้วัคซีนในการแก้ไขปัญหาโรคสเตปโทคอกโคซีสในปลานิล โดยวิธีการฉีด อย่างไรก็ตามการฉีดวัคซีนให้กับปลาจะสิ้นเปลืองแรงงานและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก และยังมีโอกาสทำให้ปลาเครียดและตายได้หลังการฉีด การผสมวัคซีนในอาหารให้ปลากินแม้ว่าจะได้ผลน้อยกว่าก็ตาม ก็ยังสะดวกในการใช้งานมากกว่า และในกรณีการใช้วัคซีนไบโอฟิล์มจะมีส่วนช่วยให้ผลการใช้วัคซีนแบบกินได้ผลมากขึ้น (Kaur และคณะ 2009) การสร้างไบโอฟิล์ม ตามเทคนิควิธีของ Shera และคณะ (2006) ได้ศึกษาความต้องการด้านโภชนศาสตร์พื้นฐานของเชื้อ Streptococcus ที่มีผลต่อการสร้างไบโอฟิล์มของเชื้อ พบว่าเชื้อไม่ต้องการคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำตาลซูโครส (Sucrose) เป็นแหล่งพลังงานเหนี่ยวนำให้เชื้อสร้างไบโอฟิล์ม และพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส (Glucose) ในอาหารเลี้ยงเชื้อร้อยละ 1 หรือ 1.5 เชื้อจะสร้างไบโอฟิล์มเพิ่มขึ้นเป็น 10 เท่าของกลุ่มควบคุม ผลจากการทดลองวัดซีนไบโอฟิล์มจากเชื้อ *S. agalactiae* สายพันธุ์ CH0656 ที่แยกได้จากปลาป่วยที่พบเป็นสาเหตุทำให้ปลาตายร้อยละ 80 ในฟาร์มของครั้งนี้ พบว่าค่าแอนติบอดีที่ตรวจพบระหว่างการทดลองกับปลาทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละสัปดาห์มีค่าเฉลี่ยแอนติบอดีไตเตอร์ เท่ากับ 0 ในสัปดาห์ที่ 1 และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 เท่ากับ 13.3 ± 4.6 และ 42.6 ± 18.5 ในกลุ่มอาหารผสมวัคซีนไบโอฟิล์ม และสูงสุดในสัปดาห์ที่ 7 เท่ากับ 213.3 ± 73.9 ค่าแอนติบอดีไตเตอร์ที่พบจะมีค่าสูงกว่าปลาทดลองกลุ่มที่ให้อาหารผสมวัคซีนเซลล์ที่ถูกฆ่าแล้ว และกลุ่มที่ให้อาหารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 2) แต่มีค่าโลหิตวิทยาในสัปดาห์สุดท้ายของปลา

ทดลองทุกกลุ่มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตามผลในตารางที่ 3 แสดงว่าวัคซีนที่ใช้ในการทดลองนี้จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโลหิตวิทยาของปลาทดลองครั้งนี้ ผลหลังการทดลองฉีดเชื้อให้ปลาทดลอง 14 วัน พบว่ามีค่า Relative Percent Survival (RPS) เท่ากับ 57 และมีอัตราการรอดตายร้อยละ 66.7±5.8 36.7±5.8 และ 23.3±5.8 ตามตารางที่ 4 ปลาทดลองกลุ่มอาหารวัคซีนไบโอฟิล์ม กลุ่มที่ให้อาหารผสมวัคซีนเซลล์ที่ถูกฆ่าแล้ว และกลุ่มควบคุม ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และสามารถทำการแยกเชื้อ *S. agalactiae* ได้จากปลาตายและปลาป่วยที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผลการศึกษาครั้งนี้ให้ผลคล้ายกับการศึกษาของธีราภรณ์ และคณะ (2548) ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพของวัคซีนป้องกันโรคสเตรปโทคอกโคซีสในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) โดยวิธีการผสมอาหาร ปลานิลทดลองมีอายุ 5 เดือน และมีน้ำหนักเฉลี่ย 230.00 ± 5.71 กรัม หลังจากได้รับวัคซีนซึ่งเตรียมจากเชื้อ *S. agalactiae* สายพันธุ์ KKU 44002 ที่ฆ่าด้วยฟอร์มาลินเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลานาน 2 4 6 8 และ 10 สัปดาห์ ก่อนนำปลามาทดสอบความคุ้มโรค โดยการฉีดเชื้อเป็น *S. agalactiae* สายพันธุ์ KKU 44002 และพิจารณาจากอัตราการตายและค่า Relative Percent Survival (RPS) พบว่าปลานิลที่ได้รับวัคซีนโดยวิธีการผสมอาหารเป็นเวลาตั้งแต่ 6 สัปดาห์ขึ้นไปมีอัตราการตายต่ำกว่าปลานิลในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และค่า RPS ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 53 ดังนั้นผลทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการให้วัคซีนไบโอฟิล์มสามารถกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันปลานิล และเพิ่มความต้านทานของปลานิลต่อเชื้อ *S. agalactiae*



Figure 1 Show the swelling eye infection of sample fish.

Table 1 Biochemical results of *S. agalactiae* isolated from sample tilapia by API 20 STREP.

	Reaction	Results
VP	Sodium pyruvate	+
HIP	Hippuric acid	+
ESC	Esculin ferric citrate	-
PYRA	Pyroglutamic acid β – naphthylamide	-
α-GAL	6-bromo-2-naphthyl- α D- galactopylanoside	-
β-GUR	Naphthol ASBI- glucuronic acid	-

β-GAL	2- naphthyl- β D- galactopulanoside	-
PAL	2- naphthyl phosphate	-
LAP	L- leucine- β – naphthylamide	+
ADH	L–arginine	+
RIB	D-ribose	+
ARA	L-arabinose	-
MAN	D-manitol	-
SOR	D-sorbitol	-
LAC	D-lactose (bovine origin)	-
TRE	D-trehalose	+
INU	Inulin	-
RAF	D-raffinose	-
AMD	Starch 2	-
GLYG	Glycogen	-
	% confidential Degree	99.9%

Table 2 The average antibody titer in the serum of experimental tilapia (n = 3).

Week	Vaccinated group		
	Biofilm Vaccine	*S. agalactiae* Killed Vaccine	control
1	0	0	0
2	0	0	0
3	13.3 ± 4.6^{a}	0^{b}	0^{b}
4	42.6 ± 18.5^{a}	21.3 ± 9.2^{b}	0^{c}
5	85.3 ± 37.0^{a}	106.7 ± 37.0^{b}	0^{c}
6	106.7 ± 37.0^{a}	53.3 ± 18.5^{b}	0^{c}
7	213.3 ± 73.9^{a}	26.7 ± 9.2^{b}	0^{c}
8	170.7 ± 73.9^{a}	10.7 ± 4.6^{b}	0^{c}

Remark: the different letters mean a significant difference at 95 percent.

Table 3 Average of hematologic parameter of experimental fish at the end of each experimental group (n = 3).

Hematologic parameters	Groups of experimental fish		
	Biofilm Vaccine	*S. agalactiae* Killed Vaccine	control
White blood cells	16.5 ± 1.5	17.2 ± 2.6	19.6 ± 1.7
Heterophils	25 ± 1	24.3 ± 2.5	30.7 ± 4.9
Lymphocytes	71.1 ± 2. 5	73 ± 1.0	65.3 ± 4.9
Monocytes	3.3 ± 1.5	2.3 ± 1.2	3.3 ± 1.2
Basophils	0.3 ± 0.6	0.3 ± 0.6	0.3 ± 0.6
Red blood cells	4.7 ± 0.2	4.9 ± 1.3	4.2 ± 0.9
Hemoglobin	11.5 ± 1.0	10.6 ± 2.5	9.6 ± 2.1
Hematocrite	41.3 ± 3.2	35.7 ± 8.0	32.3 ± 7.0
Albumin	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.1	1.2 ± 0
Globulin	2.3 ± 0.2	2.2 ± 0.2	2.1 ± 0.1

Table 4 Relative Percent Survival (RPS) and percent survival rates of experimental fish 14 days after vaccinated, by experimental intraperitoneal infection with 0.1 ml S. agalactiae at concentration of 10^9 cells per ml (n=10).

Groups of experimental fish	Day after the *S. agalactiae* injection and RPS		
	0 day	14 days	RPS
Biofilm Vaccine	100	66.7 ± 5.8 [a]	57
S. agalactiae Killed Vaccine	100	36.7 ± 5.8 [b]	17
Control	100	23.3 ± 5.8 [c]	0

Remark: the different letters mean a significant difference at 95 percent.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนา แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กองประมงต่างประเทศ. 2554. การค้าสินค้าประมงในรอบ 10 ปี (2545-2553). **วารสารการค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ** กรมประมง ปีที่ 6(1): 15-17.

ธีราภรณ์ มอไธสง, นิลุบล กิจอันเจริญ, เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเดียว และบัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล. 2548. ประสิทธิภาพของการใช้วัคซีนโดยการผสมอาหารเพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกันและความต้านทานโรค Streptococcosis ในปลานิล. **วารสารวิจัย มข.(บศ.)** 5(1): 50-58.

นิลุบล กิจอันเจริญ, ชุติมา หาญจวณิช และ นงนุช สุวรรณเพ็ง. 2549. ประสิทธิภาพของการให้วัคซีนที่ผลิตจากเชื้อ *Streptococcus agalactiae* ในการป้องกันโรคสเตรปโตคอคโคซีสในปลานิล. **KKU. Res. J.** 11(1): 53-62.

ภิรัตน์ มั่นใจอางค์. 2552. **การทดลองใช้วัคซีนเพื่อป้องกันโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus agalactiae* ในปลานิล** (*Oreochromis niloticus* L.).วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มาตรฐานสินค้าเกษตร 10453. 2553. **การชันสูตรโรคสเตรปโทคอกคัสในปลานิล** (DIAGNOSIS OF STREPTOCOCCOSIS IN TILAPIA). สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า11-13.

Ellis, A. E.. 1999. Immunity to bacteria in fish. **Fish Shellfish Immunol.** 9(4): 291-308.

Evans, J.J., C.A. Shoemaker and P.H. Klesius. 2004. Efficacy of *Streptococcus agalactiae* (Group B) vaccine in tilapia (*Oreochromis niloticus*) by intraperitoneal and bath immersion administration. **Vaccine** 22: 3769-3773.

Kaplan H S, and Garratty G. 1985. Predictive value of direct antiglobulin test results. **Diagnostic Med** 8:29-32.

Kaur, H., P. kumar, P. Ray., J. Kaur and A. Chakraborti. 2009. Biofilm formation in clinical isolates of group B streptococci from north India. **Microbial Pathogenesis** 46: 321-327.

Morrison, R. N. and B. F. Nowak. 2002. The antibody response of teleost fish. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine** 11: 46 -54.

Nayak, D.K., A. Asha, K.M. Shankar and C.V. Mohan. 2004. Evaluation of biofilm of *Aeromonas hydrophila* for oral vacciniation of *Clarias batrachus* a carnivore model. **Fish&Shellfish immunology** 16:613-619.

Shera, J., K.S. Sriprakash and D.J. Mcmillan. 2006. The nutritional requirements for biofilm formation by Group A Streptococcus. **International Congress Series** 1289: 139-142

Thomas, L. 1998. **Clinical Laboratory Diagnostics**. 1st ed. Frankfurt. TH-Books Veriagsgesellschaft. 644-647.

Molecular Detection of *Giardia duodenalis* from Stray Dogs Residing in Monasteries of Bangkok, Thailand

Nwaioo Khine[1,2], Nongnuch Pinyopanuwat[2], Wissanuwat Chimnoi[2], Chanya Kengradomkij[2], Tawin Inpankaew[2] and Sathaporn Jittapalapong[2,3*]

ABSTRACT

Stray dogs are often found roaming in the monasteries of Bangkok, Thailand and carried many gastro-intestinal parasites including helminths and protozoa. *Giardia duodenalis* is an enteric protozoan pathogen that infects a wide range of wild and domestic animals as well as humans worldwide. *G. duodenalis* assemblages C and D are specific to canine hosts and zoonotic assemblages A and B are also found in dogs as a reservoir host. The objective of this study was to determine the prevalence of *G. duodenalis* from stray dogs of Bangkok areas. From June to December 2015, 540 fecal samples of dogs were collected from 95 monasteries of 48 Bangkok districts and tested by polymerase chain reaction (PCR). The nested PCR was performed using 18S rRNA gene. A total of 2.96% (16/540) was found positives for *G. duodenalis.* Most positive dogs were ranged between 1 and 5 years of age 4% (14/344). The positive samples for *G. duodenalis* were classified as assemblage D 1.29% (7/540), assemblage C 0.7% (4/540), assemblage B 0.5% (3/540) and assemblage A 0.3% (2/540). For district prevalence, Jomthong district had the highest prevalence as 20% (2/10) among 48 districts. These results indicated that dogs resided in Bangkok monasteries might be the major risk of public health concern since they are sharing the environment with humans.

Key words: *Giardia duodenalis*, stray dogs, Bangkok, molecular detection

*Corresponding author; email address: fvetspj@ku.ac.th

[1]Bio-Veterinary Science Program, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University

[2]Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[3]Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok, 10900

INTRODUCTION

Giardia duodenalis is a common cause of diarrheal diseases in humans and many animal species in both developed and developing countries. *G. duodenalis* is the significant cause of a water-borne disease and transmitted by ingestion of infected cysts contaminated in food or water. A direct transmission among dogs is frequently occurred in overcrowded areas such as kennel farms, shelters, and monasteries where the poor sanitation and nutritional deficiency can raise the likelihood of infection (Thompson, 2004). Although *Giardia* spp. infections are common in domestic animals, most infected animals are asymptomatic or mild clinical signs. However, *Giardia* spp. infection can cause severe diarrhea in young or immune-compromised animals and is one of the major causes of chronic diarrhea resulting retarded growth in children from developing countries (Robertson *et al*., 2008).

Giardia spp. is a flagellate, binucleate protozoa that can complete its life cycle within a single host and produce infectious cysts and trophozoites released along with host's feces. Eight distinct assemblages (A-H) have been identified of which assemblages A and B is zoonotic assemblages that are virulent in mammals including humans. Assemblages C and D are found in canine hosts and assemblage E is found in livestock while assemblages F and G are existed in cats and rats, respectively (Feng and Xiao, 2011).

In Thailand, stray dogs' population is likely increasing particularly in monastery areas, since many owners abandoned their unwanted dogs in monasteries. Because of their owners' irresponsibility, monks and monastery caretakers have to take care of these dogs. Dogs were fed on left-over food and vaccinated by rabies vaccine only due to no real owners. Therefore, the health care of these dogs is not in the normal standard such as no deworming program, bathing and vaccination. Moreover, the overcrowded condition of dogs will lead to the transmission of many diseases such as helminthiasis, giardiasis, and cryptosporidiosis. Therefore, the significance of acquiring zoonotic parasitic infection through direct contact from dogs to dogs or indirect transmission from contaminated environment to humans in those areas become at high risk. The prevalence of *G. duodenalis* in stray dogs was reported 7.9% in Bangkok (Inpankaew *et al*., 2007) and 2.8% from shelter dogs in Nakhon Nayok province (Rojekittikhun *et al*., 2014). However, information regarding *G. duodenalis* infection of stray dogs is still limited due to the difficult to get fecal samples. The aim of this study is to determine the prevalence of *Giardia* spp. from stray dogs residing in monasteries of Bangkok areas, Thailand.

MATERIALS AND METHODS

1. Sample collection and study areas

A total of 540 fecal samples from dogs (318 females and 222 males) were collected from June to December 2015 and 95 monasteries from 48 districts of Bangkok areas were sampled. Stray dogs' samples were selected by simple randomization. The fecal samples were collected per rectum, transferred to plastic bags, and stored in a cooler for transportation to the parasitological laboratory at Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University. The monks or care takers were interviewed by using questionnaires for a record of each dog's information. The age of animal was estimated based on the information combined with dental examinations.

2. DNA extraction

DNA was extracted from fecal samples and kept in 2.5% potassium dichromate. The samples were washed 3 times with sterile distilled water before extraction to get rid of the residual potassium dichromate that can inhibit the DNA extraction. According to manufacturers' instructions, DNA was extracted by using E.Z.N.A® DNA kit (Omega Bio-Tek) and stored at -20ºC until further analysed.

3. Molecular analysis

DNAs extracted from 540 samples were tested for the presence of *Giardia* spp. by a nested PCR using 18S rRNA for primers RH11 (5'-CATCCGGTCGATCCTGCC-3') and RH4 (5'-AGTCGA ACCCTGATTCTCCGCCAGG-3') for primary PCR and Giar F (5'-GACGCTCTCCCCAAGGAC-3') and Giar R (5'-CTGCGTCACGCTGCTCG-3') for secondary PCR. The amplification conditions for both set of primers were used according to Hopkins *et al*. (1997).

All PCR positive bands (140 bp) (Figure 1) were cut from 1.5% agarose gel and purified by DNA purification kit (Thermo scientific) and subsequently sequencing. The sequences were compared with the previously published sequences in the nucleotide database from GenBank by the BLAST program of the National Centre for Biotechnology information (NCBI).

4. Statistical analysis

The prevalence of *G. duodenalis* in stray dogs was analysed by ProMesa (Programme for Statistical Samplings in Animals population) for Window. Chi-square (χ^2) in the Number Cruncher Statistical System (NCSS) version 2011 was used to determine the significant association for potential risk factors such as host age, sex and district when $P<0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

An overall infection of *G. duodenalis* in dogs residing in 95 monasteries among 48 districts of Bangkok was 2.96% (16/540) (Table 1). The infection rate among female dogs was 3.77% (12/318)

higher than males 1.8% (4/222). *G. duodenalis* positive dogs were found in 9 districts (18.75%) among 48 studied districts. No significant association between *G. duodenalis* infections and age, sex, and districts were found (Table 1). By age analysis, *G. duodenalis* infection was more frequently existed in dogs with less than 5 years old.

Sequence analysis of *G. duodenalis* positive samples by BLAST revealed that 43.75% (7/16) were assemblage D, 25% (4/16) were assemblage C, 18.75% (3/16) were assemblage B, and 12.5% (2/16) were assemblage A. One of the 16 sequences was 100% identical to *G. duodenalis* assemblage D that was reported in 2006 from coyotes in Pennsylvania (GenBank accession no.DQ385549.1). For district infection rate, Jomthong district had the highest prevalence at 20% (2/10) among the other districts where *G. duodenalis*-positive samples were found (Figure 2).

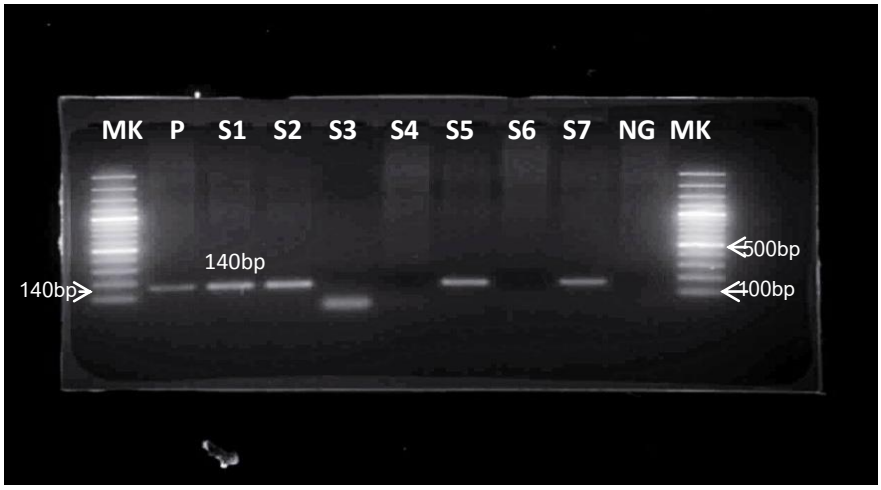


Figure 1 PCR results of *G. duodenalis* and the positive bands at approximately 140bp (MK= DNA marker; P= *G. duodenalis* positive control; S1-S2-S5-S7= positive samples; S3-S4-S6= negative samples; NG=negative control)

In this study, the prevalence of *G. duodenalis* was 2.96% compared to the previous studies in 2007 that there was a report of 7.9% in stray dogs living in monasteries of Bangkok areas in which assemblage A predominantly found (Inpankaew *et al*., 2007), 2.8% in dogs from animal shelter in Nakhon Nayok (Rojekittikhun *et al*., 2014) and 1.3% in military dogs of Thailand (Leelayoova *et al*., 2009). In worldwide prevalence, 2.6% from dogs in Japan with only assemblage D (Yoshiuchi *et al*., 2010), 6.1% in Germany with assemblage A (Sotirisdou *et al*., 2013) and 21.1% in Poland with assemblage C (Piekarska *et al*., 2016) were found.

Table1 Prevalence of *G. duodenalis* in dogs and factors related with the infections

Factors	Number of dogs	% positive (n)	Chi-squared test
District			χ^2=2.75,df=8, *P*=0.94
Jomthong	10	20(2/10)	
Bang Khun Thian	14	14.2(2/14)	
Khlong Sam Wa	23	13(3/23)	
Min Buri	10	10(1/10)	
Sai Mai	21	9.5(2/21)	
Yan Na Wa	12	8.33(1/12)	
Bangkhen	40	7.5(3/40)	
Bueng Kum	15	6.6(1/15)	
Lat Krabang	20	5(1/20)	
Total		**18.75(9/48)**	
Age			χ^2=4.117,df=2,*P*=0.127
<1year	67	1.49(1/67)	
1-5years	344	4(14/344)	
>5years	129	0.7(1/129)	
Total	**540**	**2.96 (16/540)**	
Sex			χ^2=1.768,df=1,*P*=0.184
Female	318	3.77(12/318)	
Male	222	1.8(4/222)	
Total	**540**	**2.96(16/540)**	
Assemblage D	7	1.29 (7/540)	
Assemblage C	4	0.7 (4/540)	
Assemblage B	30	0.5 (3/540)	
Assemblage A	2	0.3(2/540)	
Total	**16**	**2.96(16/540)**	

In this study, the most frequently found assemblage was *G. duodenalis* assemblage D (dog genotype). However, the zoonotic genotypes (assemblages A and B) were also existed. This result was similar to the previous study that the assemblage D was most frequently found followed by the host specific genotype C and human genotypes A and B (Fava *et al*., 2015). The only dog genotypes assemblages C and D were found in pets and stray dogs in Henan province, China (Qi *et al*., 2015).

The finding in this study indicated that stray dogs living in monasteries are carrying both zoonotic and non-zoonotic *G. duodenalis* assemblages. Because of the crowded populations and low hygienic conditions of monastery areas, *G. duodenalis* was contaminated in the monasteries' habitat and transmitted to the other animals which shared the same environment including humans.These dogs also have close contact with monks, nuns, caretakers and people living in or nearby monastery areas and there are the possibilities that contamination and transmission of assemblages A and B might be occurred among humans (Inpankaew *et al*., 2007). All positive animals in this study were clinically asymptomatic and no significance association between *G. duodenalis* infection and age. However, in this study dogs less than 5 years were found to be more infected with *G. duodenalis*. In spite of small number of positive cases, revealing of zoonotic assemblages A and B indicated that stray dogs living in monasteries posed a potential risk to humans since the cysts are infective stage by the time they excreted within feces, and are resistant to hazardous environmental conditions from weeks to months.

Stray dogs living in monasteries do not have the regular deworming program and are in poor health conditions due to no real owners to take care. Moreover, poor management system such as feeding on the floor, no bathing, sharing habitats, defecation or urination on the floor, and no proper management of dog's manure are found. Therefore, the gastro-intestinal parasitic infections are commonly found in these dogs that might play an active role to transmit some zoonotic helminthic infections to humans. In this study, there was also found hookworms, *Toxocara* spp. and *Trichuris* spp. so that this will need more attention to aware of the other zoonotic parasitic infection excluding *G. duodenalis*. Hookworms were the most common parasites identified 25.5% (127/498) followed by *Toxocara* spp. 3.2% (16/498), *Trichuris* spp. 2.01% (10/498) and *Capillaria* spp. 0.2% (1/498). Co-infections between hookworms and *G. duodenalis* were detected in 8 animals 1.6% (8/498). One positive animal found mixed-infection with 3 parasites including *G. duodenalis*, hookworms and *Toxocara* spp. This result was correlated with the previous report (Jittapalapong *et al.,* 2007) led to the confirmed evidence that stray dogs residing in monasteries are served as the potential reservoirs for this transmission of many zoonotic parasites.

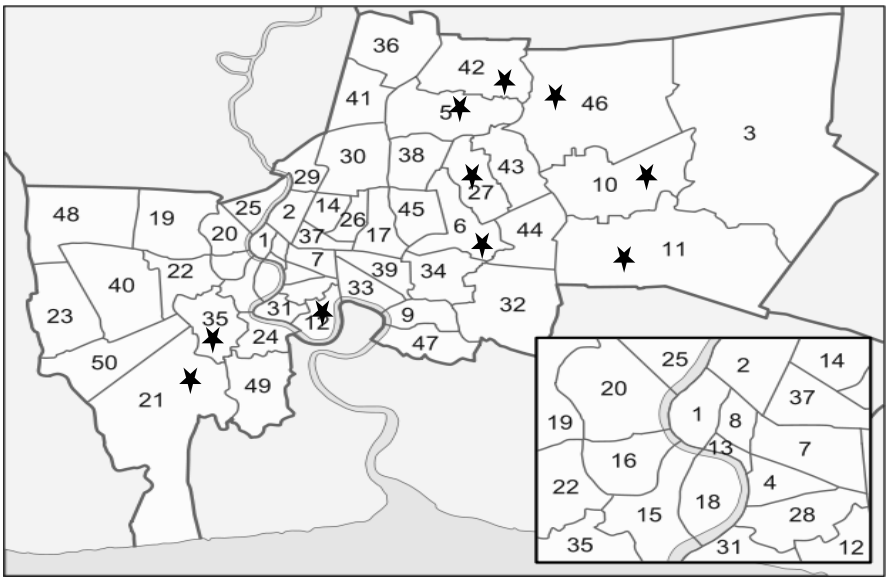


Figure 2 Bangkok districts map demonstrated where the samples were collected and the districts with the positive samples were found are marked as"★"(5=Bangkhen, 10=Min Buri, 11=Lat Krabang, 12=Yan Na Wa, 21=Bang Khun Thian, 27=Bueng Kum, 35=Jomthong, 42=Sai Mai, 46=Khlong Sam Wa).

CONCLUSION

In conclusion, the present study indicated that the prevalence of *G. duodenalis* in stray dogs in temples from Bangkok area is low. However, human pathogenic genotypes *G. duodenalis* assemblages A and B were also detected and it provides the information that dogs are a potential source for transmitting *G. duodenalis* to humans in those areas. Therapeutic and control measures such as regular deworming, using footwear even within temple ground, careful disposal of canine feces and use of disinfectant in living areas if become contaminated with dog feces are suggested.

ACKNOWLEDGMENT

Funding of this project was supported by Merial (Thailand) Ltd. and Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University and laboratory funding by Bio-Veterinary Science Program, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University. Special thanks regards to Miss Amornrat Masakul and Benjarat Yimming for helping and guiding in laboratories work.

REFERENCES

Fava, N.M., R.M. Soares, L.A. Scalia, M.J. Cunha, E.S. Faria and M.C. Cury. 2015. Molecular typing of canine *Giardia duodenalis* isolates from Minas Gerais, Brazil. **Experimental Parasitology**. 161: 1-5.

Feng and Xiao. 2011. Zoonotic potential and molecular epidemiology of *Giardia* species and giardiasis. **Clinical Microbiology Review.** 24: 110-140.

Hopkins, R. M., B.P. Meloni, D.M. Groth, J.D. Wetherall, J. A. Reynoldson and R. C. Thompson. 1997. Ribosomal RNA sequencing reveals differences between the genotypes of *Giardia* isolates recovered from humans and dogs living in the same locality. **Journal of Parasitology**. 83: 44-51.

Inpankaew, T., R. Traub, R.C. Thompson, Y. Sukthana. 2007. Canine parasitic zoonoses in Bangkok. **The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**. 38: 247-255.

Jittapalapong, S., T. Inpankaew, N. Pinyopanuwat, W.Chimnoi, C. Kengradomkij, A. Sangvaranond, S. Wongnakphet, and D. Santivatr. 2007. Gastrointestinal parasites of stray cats in Bangkok metropolitan areas, Thailand. **Kasetsart Journal**. (Nat. Sci.). 41: 69-73.

Leelayoova, S., S.Siripattanapipong, T. Naaglor, P. Taamasri and M. Mungthin. 2009. Prevalence of intestinal parasitic infections in military personnel and military dogs, Thailand. **Journal of the Medical Association of Thailand**. 92: S53-59.

Piekarska, J., J. Bajzert, M. Gorczykowski, M. Kantyka and M. Podkowik. 2016. Molecular identification of *Giardia duodenalis* isolates from domestic dogs and cats in Wroclaw, Poland. **Annals of Agriculture and Environmental Medicine**. 23: 410-515.

Qi, M., H. Dong, R. Wang, J. Li, J. Zhao, L. Zhang and J. Luo. 2015. Infection rate and genetic diversity of *Giardia duodenalis* in pet and stray dogs in Henan Province, China. **Parasitology International**. 65: 159-162.

Robertson, L.J., T. Forberg and B.K. Gjerde. 2008. *Giardia* cysts in sewage influent in Bergen, Norway 15-23 months after an extensive waterborne outbreak of giardiasis. **Applied Microbiology**. 104: 1147-1152.

Rojekittikhun, W., K. Chaisiri, A. Mahittikorn, S. Pubampen, S. Sa-Nguankiat, T. Kusolock, Mori. H, W. Maipanich and R. Udonsom. 2014. Gastrointestinal parasites of dogs and cats in a refuge in Nakhon Nayok, Thailand. **The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**. 45: 31-39.

Sotiriadou, I., N. Pantchev, D. Gassmann and P. Karanis. 2013. Molecular identification of *Giardia* and *Cryptosporidium* from dogs and cats. **Parasite**. 20: 8.

Thompson, R.C. 2004. The zoonotic significance and molecular epidemiology of *Giardia* and Giardiasis. **Veterinary Parasitology**. 126: 15-35.

Yoshiuchi, R., M. Matsubayashi, I. Kimata, M. Furuya, H. Tani and K. Ssai. 2010. Survey and molecular characterization of *Cryptosporidium* and *Giardia* spp. in owned companion animal, dogs and cats, in Japan. **Veterinary Parasitology**. 174: 313-316.

Expression of T7 RNA polymerase (T7 RNAP) in *Escherichia coli*

Thanawat Chaisirirat[1], Challika Kaewborisuth[1], Nantawan Petcharat[1] and Porntippa Lekcharoensuk[1, 2*]

ABSTRACT

T7 RNA polymerase (T7 RNAP) is a bacteriophage DNA-dependent RNA polymerase specific to T7 promoter. It is commonly used for *in vitro* transcription, virus replication, and other molecular virological researches. The objective of this study is to express T7-RNA polymerase in competent *Escherichia coli (E. coli*) strain DH5α. T7-RNAP gene was amplified from BL21 (DE3) *E. coli*. The T7 RNAP gene was cloned into pQE80L and transformed into the competent *Escherichia coli (E. coli*) strain DH5α. The protein expression was induced by 0.5 mM IPTG for 5 hours. The T7 RNAP with histidine tag could be purified as a soluble form by using affinity chromatography. This suggests that T7 RNAP is not toxic and could be expressed naturally in *E. coli*. The protein reacted strongly with antibodies specific to histidine tag and T7 RNAP.

Key words: T7 RNA polymerase, *Escherichia coli*, protein expression, western blot

* Corresponding author; e-mail address: fvetptn@ku.ac.th

[1]Department of Veterinary Microbiology and Immunology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[2]Center for Advanced Studies in Agriculture and Food, KU Institute for Advanced Studies, Kasetsart University, Bangkok 10900. Thailand

INTRODUCTION

Before the bacterial expression system had been established, many animal and plant tissues were used for obtaining the small amount of desirable protein. However, the process is wasteful and difficult to achieve the standard amount of protein needed for research. *Escherichia coli* is one of the prokaryotic organisms possessing many advantage characteristics for protein expression such as high growth rates (Sezonov *et al*., 2007), easy handling and culture, efficient transformation, production of high protein yields and inexpensive expression system (Pope and Kent, 1996). The gene expression in *E. coli* is regulated by 4 promoter systems which are LacI, TrpR, phage lamda cI and phage RNA polymerase (Wolfgang and Luis, 2004). Even many advantages of the systems, it still has limitations; for example, post-translational modification of proteins is absent *in E. coli* (Sahdev et al., 2008). Nowadays, *E. coli* expression system has been applied to obtain recombinant protein in many fields of research such as immunization, biochemical studies, three-dimensional analysis of the protein and biotechnological and therapeutic uses (Wolfgang and Luis, 2004).

T7 RNA polymerase (T7 RNAP) is a bacteriophage DNA-dependent RNA polymerase specific to T7 promoter. This protein is present in a monomeric form which can drive the transcription without any transcription factors (Chamberlin and Ryan, 1982). T7 RNAP consists of 883 amino acid residues with a molecular weight of 98.092 kDa (Mofflat *et al*., 1984). Because of its promoter specificity and readiness to access (Sousa *et al*., 1992), T7 RNAP is commonly used for *in* vitro transcription virus replication and molecular virus researches. In this report, our goal is to apply *E. coli* expression system to produce T7 RNA polymerase protein for rabbit immunization.

To obtain stable and effective expression of T7 RNAP enzyme, the stably cell line expression and verification methods must be established. Antibody specific to T7 RNAP is one of the most required components to examine the T7 RNAP expression. In this experiment, the objective is to express system of T7 RNA polymerase in DH5α competent *Escherichia coli* for antibody production to detect the expressed T7 RNAP in stable cell lines, which is comprised of 3 steps including 1) Construction of plasmid with T7 gene 2) generation of anti-T7 rabbit polyclonal antibody 3) verification of T7 RNAP expression in *E. coli* by western blot.

MATERIALS AND METHODS

1. T7 RNA polymerase gene amplification

T7 RNAP gene was obtained from BL21 (DE3) competent *Escherichia coli* provided by Professor Wanpen Chaicumpa at the Department of Parasitology, Siriraj hospital. BL21 (DE3) was cultured in LB broth overnight. Then, 1ml of the cultured broth was centrifuged at 4,000 rpm for 15 min and the supernatant was discarded to obtain the pellet. The pellet was washed with sterile water and DNA was dissolved in 200 µl of EB buffer, placed in a heat box set at 60˚C for 30 min, boiled at

100˚C for 10 min and centrifuged at 3,500 rpm for 10 min. Then, the supernatant was used as a template in a PCR reaction.

2. Construction of pQE-80_T7

T7 RNA polymerase gene was amplified by using *Phusion-Taq* DNA polymerase (Thermoscienctific, U.S.A.) with SacI_T7_F and XmaI_T7_R primers in a thermocycler (Eppendorf, Germany). The primer sequences were available upon request. The PCR condition composed of initial denaturation at 98 ˚C for 2 min, followed by 35 cycles of denaturation at 98 ˚C for 10 seconds, annealing at 60 ˚C for 15 seconds and extension at 72 ˚C for 1 min and 30 seconds and the final extension at 72 ˚C for 10 min. The PCR products and pQE-80L were purified by HiYield™ gel/PCR DNA mini kit (Realgenomics, Taiwan), double digested with SacI and XmaI (New England Biolabs, U.S.A) and then ligated to the plasmid with T4 DNA ligase (Invitrogen, U.S.A.). The ligated plasmid was transformed to *E. coli* DH5α competent cells (Invitrogen, U.S.A.) before they were cultured on LB agar overnight. Colonies were screened with T7 RNAP specific primers T7_567_F and T7_2014_R. The select positive clones were selected by PCR colony screening. Plasmid pQE-80_T7 RNAP was isolated by Plasmid Miniprep purification kit (GMbiolab, Taiwan) and electrophoresed together with Low mass ladder in 0.8% agarose gel.

3. T7 RNA polymerase expression in *E. coli* DH5α competent cell

First, a stock of DH5α containing pQE80_T7 was cultured at 37 ˚C overnight in 50 ml starter LB broth containing 5 µg ampicillin. On the next day, 45 ml of the starter LB broth was transferred to 900 ml of the new broth. The culture was incubated at 37 ˚C until the O.D. reached 0.6 – 0.8 (about 5 hours). Then, IPTG was added into the broth to the final concentration of 0.5 mM. The culture was continued to incubate at 37 ˚C, overnight. The broth was transferred to a sterile bottle and centrifuged at 3,000 rpm for 15 min. Supernatant was discarded. The pellet was washed by adding 10 ml of PBS to resuspend the pellet, the suspension was centrifuged at 3,500 rpm for 20 min and the supernatant was discarded. The washing was repeated once. The pellet was stored at -80 ˚C until used.

The transformant cell pellet was lyzed by mixing with 50 ml cell lysis buffer (1mg/ml Lysozyme, 5µl/ml 20mM PMSF and 10% Triton-X) and the mixture was sonicated at 4 ˚C with 20 second pulse and 10 second pause for 20 min. The cell lysate were centrifuged at 10,000 rpm for 20 min. Supernatant was collected as a soluble fraction before passing through 0.45 µm filter. The remaining pellet was resuspened in the buffer containing urea and incubated on ice for 1 hour with vortex mixing every 30 min. Then, the lysate were centrifuged and the supernatant was collected as insoluble fraction. Ten microliter aliquots of each fraction were mixed with equal volume of Laemmli sample buffer (BioRad, U.S.A.). The mixture was boiled for 5 min before loaded into sample wells of

a slab gel to determine the presence of the target protein in each fraction by SDS-PAGE. The T7 RNAP was purified with HisTrap FF column (GE Healthcare Life Sciences, U.S.A) using AKTA start machine (GE Healthcare Life Sciences, U.S.A). Each elution fraction was collected for protein analysis by SDS-PAGE. The elution fraction with the protein was concentrated by Centricon (Millipore, U.S.A) with the cutoff pore size equal 3,000 net molecular weight and the protein concentration was measured by Nanodrop (Thermo Fisher Scientific, U.S.A). The protein solution was kept at -80 ˚C until used.

4. Rabbit immunization and serum collection

Two rabbits at 9 week-old were immunized with the purified T7 RNA polymerase with complete Freund's adjuvant (Sigma Aldrich, U.S.A.). For the first immunization, 500 µl protein (500 µg/ml) in was mixed with an equal volume of the adjuvant. Each rabbit was immunized with 1 ml of the protein-adjuvant mixture. The rabbits were boosted once at four week interval. After 28 days post-immunization, 5 ml blood was collected from each rabbit. The blood was allowed to clot at room temperature for 30 min. The serum was transferred to a sterile tube and stored at -20 ˚C for later usage.

5. Western blot

Western blot was used to validate the expressed T7 RNA polymerase protein. Three microliters of the purified T7 RNAP was loaded into wells of SDS polyacrylamide gel and electrophoresed at 140 volts for 70 min. The gel with purified protein was blotted onto a nitrocellulose membrane (Biorad, U.S.A.) by Trans-blot Turbo™ transfer system® (Biorad, U.S.A.). One blot was incubated with anti-histidine tag antibodies (Millipore, U.S.A) and followed by anti-mouse IgG conjugated with HRP (Sigma Aldrich, U.S.A). Another blot was tested by antibodies raised against T7 RNAP. The serum was diluted at 1:200 and allowed to react with the protein on the membrane at room temperature for 1 hour. The membrane was washed with TBS before incubated with the secondary antibody (goat anti-rabbit immunoglobulin (Sigma Aldrich, U.S.A.)) diluted at 1:1000. Pre-immunized serum was used as a control. After washing, the membrane was incubated with DAB substrate (Sigma Aldrich, U.S.A.) for 15 seconds for color developing.

RESULTS AND DISCUSSION

1. pQE-80_T7 construction

Amplification of T7 RNAP gene yielded a 2,600 bp DNA fragment (Figure 1). The PCR product was ligated into pQE80-L before transformed into *E. coli*. T7 RNAP gene inserted clones were selected by PCR colony screening. Four plasmids were isolated from the positive clones containing T7 RNAP gene in pQE80-L and the size of the plasmid was 4,751 bp. The concentration of

plasmid was approximately 300 ng/µl. The plasmid was submitted for sequencing. The results showed that the sequence of T7 RNAP gene is complete.

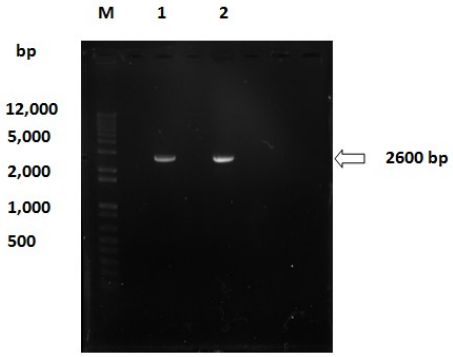


Figure 1 Electrophoresis photograph shows bands of DNA fragment with the size of 2,600 bp (arrow) amplified from BL21 (DE3) competent *Escherichia coli*. M is DNA molecular marker. 1 and 2 are T7 RNAP PCR products.

2. T7 RNA polymerase expression

The T7 RNAP transformed *E. coli* were cultured in LB broth with 100 µg/ml ampicillin. The protein expression was induced with 0.5 mM IPTG for 5 hours. The expressed T7 RNAP was harvested and examined by SDS PAGE analysis. From SDS PAGE gel, T7 RNA polymerase protein was found in both soluble and insoluble fractions (Figure 2). The soluble fraction was used for protein purification in native form. The T7 RNAP protein was purified by affinity chromatography (AKTA start). The protein was eluted in fractions containing 250 mM imidazole (E13-E20). The eluents in the 15th to 18th protein fractions were concentrated by Centricon with 3000 NMW cutoff (Figure 3).

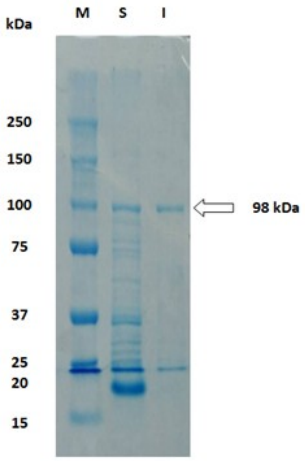


Figure 2 SDS PAGE photograph showing T7 RNAP protein in both soluble and insoluble fractions. From left to right, protein marker (M), soluble fraction (S) and insoluble fraction (I), respectively. The molecular weight of T7 RNA polymerase is 98 kDa which is indicated by a white arrow.

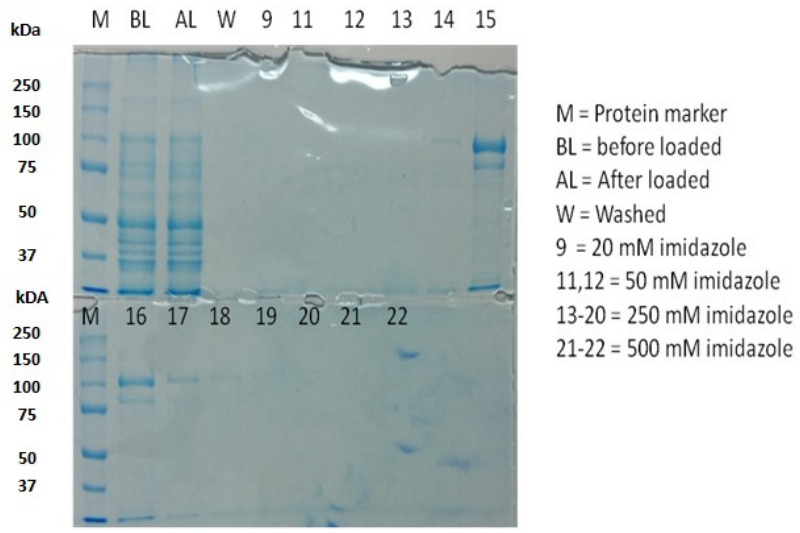


Figure 3 The result of protein purification using AKTA start, the proteins were eluted in the buffer containing 250 mM imidazole starting from 15th to 18th fractions which were then used for protein concentration.

SDS PAGE analysis of the concentrated protein showed a band of protein with approximately 98 kDa similar to T7 RNA polymerase (Figure 4). However, there was another band of 70 kDa protein in the concentrated solution which was unable to eliminate by this process. The protein concentration from the concentrated samples was measured by Nanodrop were 2.796 mg/ml and 6.572 mg/ml for the first and second rounds of the protein production, respectively. The proteins were further examined by western blot. The results showed that it reacted specifically to monoclonal antibody specific to histidine tag (Figure 5).

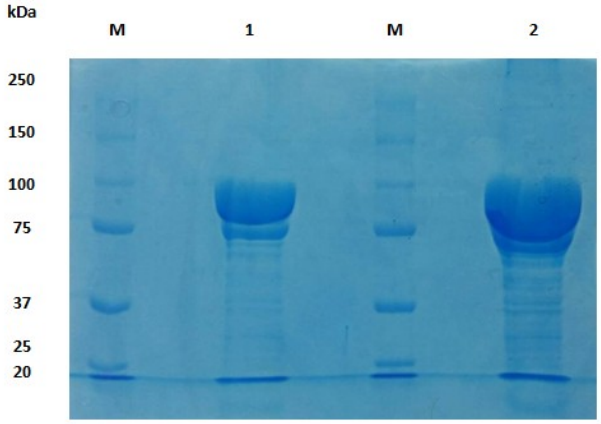


Figure 4 SDS PAGE photograph of the concentrated T7 RNAP. T7 RNAP was appeared as a band of approximately 98 kDa. The density of the protein bands were correlated with the protein concentration as determined by Nanodrop measurement. From left to right, protein marker (M), concentrated protein no.1 (1), protein marker (M) and concentrated protein no.2 (2), respectively.

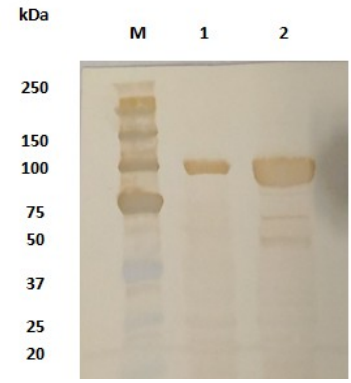


Figure 5 Western blot result of purified T7 RNA polymerase reacted against anti-histidine tag. M is protein molecular weight marker, 1 and 2 are purified T7 RNAP.

3. Examination of anti-T7 RNAP rabbit sera by western blot

Antibody specific to T7 RNAP in rabbit sera was examined by western blot. Rabbit sera collected at 28 days after second immunization were diluted at 1:100 and 1:200 in TBST, before inoculated with T7 RNAP on the membrane. The bounded antibodies were detected with anti-rabbit IgG conjugated with HRP diluted at 1:1,000 and 1:2,000 in TBST. The reaction was visualized by adding DAB substrate. The result showed that the optimal conditions which gave a strong reaction were obtained with primary antibody dilution of 1:200 and secondary antibody of 1:2,000 as shown in figure 6.

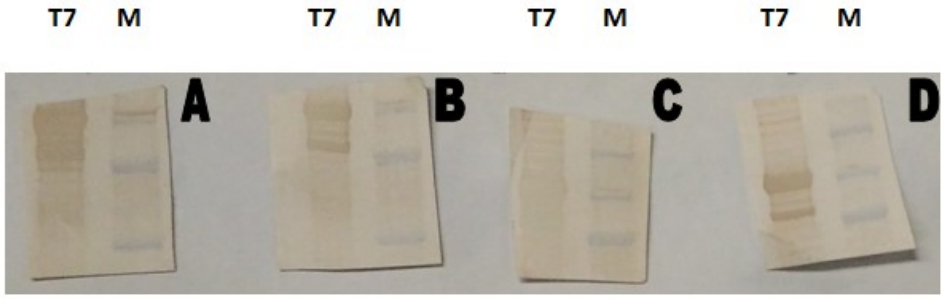


Figure 6 Western blot results with vary dilutions of primary and secondary antibodies. A: 1:100 primary antibody and 1:1,000 secondary antibody; B: 1:200 primary antibody and 1:1,000 secondary antibody; C: 1:100 primary antibody and 1:2,000 secondary antibody; D 1:200 primary antibody and 1:2,000 secondary antibody. The most distinct band of T7 RNA polymerase was observed in the reactions containing primary antibody dilution of 1:200 with secondary antibody of 1:2000 (D). M is protein molecular weight marker. T7 is T7 RNAP.

CONCLUSION

The *E. coli* expression system has been used for large yield of protein production. In this study, *E. coli* strain DH5α could produce T7 RNAP as high as 6572 µg/ml from 500 ml culture. This suggests that T7 RNAP is not toxic and could be expressed naturally in *E. coli* which is occurs naturally by infecting *E. coli* with T7 phage. Furthermore, T7 RNAP is always in native form when expressed in prokaryote cells. Therefore, the protein could be use to immunize the rabbit.

The second band of approximately 70 kDa was presented in the expression system (Figure 3). The results from protein purification showed that this band appeared in every fraction along with the T7 RNA polymerase protein. It was difficult or almost impossible to completely eliminate the 70 kDa protein without losing the yield of T7 RNA polymerase. However, the western blot results showed that the serum from immunized rabbit reacted strongly to the T7 RNAP and the antibodies did not bind to the contaminant protein. This indicates that the polyclonal antibodies are specific to the purified protein and may be used for the detection of the T7 RNAP in the further experiment.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research is supported by Agricultural Research Development Agency (ARDA) grant number PRP 5805021450. Thanawat Chaisirirat has received a scholarship from Graduate school, Kasetsart University. We thank Prof. Dr. Wanpen Chaicumpa for providing *E. coli* strain BL21 (DE3).

REFERENCES

Chamberlin, M. and T. Ryan. 1982. Chap. 15. *In* "**The Enzymes**". Boyer,P.D. (ed.): Academic Press, Inc., New York.

Moffatt, B.A., J.J. Dunn and F.W. Studier. 1984. Nucleotide sequence of the gene for bacteriophage T7 RNA polymerase. **Journal of Molecular Biology**. 173: 265-269.

Pope, B. and H.M. Kent. 1996. High efficiency 5 minute transformation of *Escherichia coli*. **Nucleic Acids Reseacrh**. 24: 536–537.

Sahdev, S., K.K. Sunil and S. Kulvinder Singh. 2008. Production of active eukaryotic proteins through bacterial expression systems: a review of the existing biotechnology strategies. 307: 249-264

Sezonov, G., D. Joseleau-Petit and R. D'Ari. 2007. *Escherichia coli* physiology in Luria-Bertani broth. **Journal of Bacteriology**. 189: 8746–8749.

Sousa, R., D. Patra and E.M. Lafer. 1992. Model for the mechanism of bacteriophage T7 RNAP transcription initiation and termination. **Journal of Molecular Biology**. 224: 319–334.

Wolfgang S. and S. Luis Carlos Ferreira. 2004. Production of recombinant proteins in *Escherichia coli*. **Genetics and Molecular Biology**. 27: 442-453.

การปนเปื้อนของเชื้อสเตรปโตคอคคัส ซูอิสในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรในภาคกลางของประเทศไทย

Contamination of *Streptococcus suis* in pork and offal in central region of Thailand

นุชจรี บุญยงค์[1] ดวงดาว ขันบุตรศรี[1] และ ณัฐกานต์ มีขนอน[1*]

Nuchjaree Boonyong[1] Duangdaow Khunbutsri[1] and Nattakan Meekhanon[1*]

บทคัดย่อ

เชื้อสเตรปโตคอคคัส ซูอิส (*Streptococcus suis*) เป็นเชื้อก่อโรคที่ติดต่อระหว่างสัตว์สู่คนที่สำคัญในประเทศไทย การติดเชื้อนี้เกิดได้จากการสัมผัสโดยตรงกับสุกรที่ติดเชื้อหรือเนื้อสุกรที่ปนเปื้อนเชื้อ และเกิดจากการบริโภคเนื้อสุกรปรุงไม่สุก จุดประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* ที่พบในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกร โดยทำการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกร (เนื้อสุกร เนื้อสุกรบด) และเครื่องในสุกร (ตับ ปอด และหัวใจ) จากตลาดสด ร้านขายเนื้อสุกร และซุปเปอร์มาร์เกตในภาคกลางของประเทศไทย รวมทั้งสิ้น 71 ตัวอย่าง จากการตรวจหาเชื้อ *S. suis* ในตัวอย่างด้วยวิธี loop-mediated isothermal amplification พบตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *S. suis* จำนวน 62 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 87.32 ของตัวอย่างทั้งหมด โดยสามารถตรวจพบเชื้อ *S. suis* ได้ในตัวอย่างทุกชนิด และเนื้อสุกรเป็นตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *S. suis* สูงสุด อยู่ที่ร้อยละ 95 ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* ในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรในภาคกลางของประเทศไทย อยู่ในระดับสูง ดังนั้นเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรจึงเป็นแหล่งปนเปื้อนเชื้อ *S. suis* ที่สำคัญ ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้บริโภคเนื้อสุกรที่ปรุงไม่สุกติดเชื้อแล้ว ยังทำให้ผู้ที่ทำงานสัมผัสกับเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรอาจติดเชื้อนี้ได้

ABSTRACT

Streptococcus suis is an important zoonotic pathogen in Thailand. The infection caused by direct contact with infected pigs or contaminated pork and consumption of the uncooked pork. The objective of this study was to investigate the contamination of *S. suis* in raw pork and offal. A total of 71 samples of raw pork (pork, minced pork) and offal (liver, lung and heart) were collected from market, pork shop and supermarket in central region of Thailand. By loop-mediated isothermal amplification method, *S. suis* was detected in 62 samples as 87.32% at all samples. *S. suis* was found in all types of sample and the highest percentage of *S. suis* contamination was 95% in pork samples. The result in this study showed that the contaminations of *S. suis* in raw pork and offal are in high level in central region of Thailand. Therefore, it is suggested that pork and offal could be the important source of *S. suis* contamination. In addition to the people who consume the raw pork dish and those who work in close contact with raw pork and offal may be infected with this pathogen.

Keywords: *Streptococcus suis*, raw pork, offal, zoonotic pathogen

* Corresponding author; e-mail address: cvtnkl@ku.ac.th

[1]ภาควิชาเทคนิคการสัตวแพทย์ คณะเทคนิคการสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Veterinary Technology, Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

Streptococcus suis เป็นแบคทีเรียที่ก่อโรคในสุกรและเป็นเชื้อโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคนที่สำคัญในหลายประเทศทั่วโลก และปัจจุบันพบผู้ป่วยติดเชื้อนี้ในประเทศไทยมากกว่า 500 ราย ซึ่งถือเป็นประเทศที่มีจำนวนผู้ป่วยติดเชื้อนี้มากเป็นอันดับ 2 ของโลก (Goyette-Desjardins *et al*., 2014) อาการที่มักพบในคนที่ติดเชื้อ ได้แก่ เยื่อหุ้มสมองอักเสบและอาจทำให้สูญเสียการได้ยินอย่างถาวรตามมาภายหลัง การติดเชื้อในกระแสเลือดและภาวะช็อค จนอาจทำให้เสียชีวิตได้ (*ศุภร* และ ประเสริฐ, 2548) นอกจากนี้ยังพบภาวะข้ออักเสบ เยื่อบุหัวใจอักเสบ ปอดอักเสบ และช่องท้องอักเสบ (Lun *et al*., 2007) สำหรับการติดต่อของเชื้อ *S. suis* มาสู่คนนั้นสามารถเกิดจากการสัมผัสเชื้อโดยตรงผ่านบาดแผล อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยที่ติดเชื้อ *S. suis* ในประเทศไทยส่วนใหญ่มักเกิดจากการบริโภคเนื้อสุกร ตลอดจนเครื่องใน และเลือดสุกรที่ยังปรุงไม่สุก ทั้งนี้เนื่องจากประชากรในบางพื้นที่ของประเทศไทยมีอุปนิสัยในการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์จากสุกรที่ปรุงไม่สุก ทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อ *S. suis*

เชื้อ *S. suis* สามารถแบ่งได้หลายซีโรไทป์ โดยอาศัยลักษณะทางแอนติเจนของแคปซูลที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าซีโรไทป์ 2 เป็นซีโรไทป์ที่สามารถก่อให้เกิดโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคนได้บ่อยที่สุดในหลายประเทศทั่วโลก (Gottschalk and Segura, 2000; Madsen *et al*., 2002) นอกจากนี้ ซีโรไทป์อื่นๆ เช่น 1, 4, 5, 14, 16, 21, 24 และ 31 ก็สามารถติดต่อสู่คนได้เช่นกัน (Goyette-Desjardins et al., 2014; Kerdsin et al., 2011; Nghia et al., 2008; Takeuchi et al., 2012; Taniyama et al., 2016; Wertheim et al., 2009) ในปัจจุบันมีวิธีหลากหลายที่สามารถใช้ในการตรวจหาเชื้อ *S. suis* ซึ่งเทคนิค Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) เป็นเทคนิคหนึ่งที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการตรวจหาเชื้อนี้ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ทำได้ง่าย รวดเร็ว แม่นยำ และยังมีความไวสูง สามารถตรวจพบเชื้อได้แม้มีปริมาณเชื้อน้อยมาก ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาจนได้วิธีที่มีความน่าเชื่อถือในการตรวจหาเชื้อ *S. suis* เบื้องต้นในตัวอย่าง (Arai *et al*., 2015)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการบริโภคเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์จากสุกรกันอย่างแพร่หลาย ทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับเชื้อ *S. suis* ผ่านทางการสัมผัสหรือบริโภคเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรที่ยังไม่ผ่านการปรุงสุก ซึ่งอาจก่อให้เกิดการติดเชื้อจนแสดงอาการป่วยหรืออาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ ดังนั้นข้อมูลจากการตรวจหาเชื้อ *S. suis* ในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรในภาคกลางของประเทศไทย จึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญที่ทำให้ประชาชนตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดจากการติดเชื้อ *S. suis* ที่ปนเปื้อนมากับเนื้อสุกรและเครื่องในสุกร นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวยังเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตสุกรตั้งแต่ขั้นตอนการชำแหละซากสุกรในโรงฆ่าสุกร ตลอดจนการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติที่ถูกสุขลักษณะในสถานที่จำหน่ายเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์จากสุกร เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* ก่อนสู่ผู้บริโภคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรและเครื่องในสุกร

เก็บตัวอย่างเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรโดยสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 71 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างเนื้อสุกร เนื้อสุกรบด ตับ ปอด และหัวใจ จำนวน 20, 18, 13, 12 และ 8 ตัวอย่างตามลำดับ โดยเก็บตัวอย่างจากตลาดสด ร้านขายเนื้อสุกร และซุปเปอร์มาร์เก็ต ในจังหวัดที่ตั้งอยู่ในเขตภาคกลางของประเทศไทย ได้แก่ กรุงเทพฯ (31 ตัวอย่าง) ราชบุรี (33 ตัวอย่าง) และสมุทรสงคราม (7 ตัวอย่าง) ซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีการ

ผลิตสุกรจำนวนมาก ส่วนจังหวัดกรุงเทพฯนั้นเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีประชากรจำนวนมากและเป็นเขตเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย หลังจากเก็บตัวอย่างจะนำตัวอย่างแช่เย็นเพื่อขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการ ก่อนนำไปเตรียมตัวอย่างในขั้นตอนต่อไป ซึ่งรายละเอียดของประเภทและจำนวนตัวอย่างแสดงใน Table 1

การเตรียมตัวอย่างเนื้อสุกรและเครื่องในสุกร

การเตรียมตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรมาตัดเป็นชิ้นขนาดเล็กด้วยกรรไกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วน้ำหนัก 100 กรัม ใส่ใน stomacher bag ใส่ maximum recovery diluents (MRD) ลงในตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร สำหรับเนื้อ ปอด และหัวใจ และ 50 มิลลิลิตร สำหรับเนื้อบดและตับ และตีบดตัวอย่างด้วย stomacher ความเร็ว 230 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที เนื่องจากตัวอย่างเนื้อบดและตับมักถูกตีบดจนเป็นเนื้อเดียวกับสารละลาย จึงต้องใส่ MRD ในปริมาณที่มากกว่าตัวอย่างอื่น จากนั้นจึงนำสารละลายตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนการตีบดแล้ว 100 ไมโครลิตร ใส่ใน Todd-Hewitt broth ที่มีส่วนผสมของ Streptococcus Selective Supplement (Oxoid, UK) 5 มิลลิลิตร และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการบ่มแล้ว (bacterial culture) 1 มิลลิลิตร มาสกัดดีเอ็นเอโดยใช้ InstaGene Matrix (Bio-Rad Laboratories, Inc., United States) ตามวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำ

การตรวจหาเชื้อ *S. suis* โดยเทคนิค Loop-mediated isothermal amplification (LAMP)

ทำการตรวจหาเชื้อ *S. suis* ในดีเอ็นเอที่สกัดได้จากตัวอย่างด้วยเทคนิค LAMP โดยใช้ไพรเมอร์ 5 ชุดที่จำเพาะต่อยีน *recN* ของเชื้อ *S. suis* คือ FIP, BIP, F3, B3 และ LB ดังแสดงใน Table 2 ตามการศึกษาของ Arai *et al*. (2015) โดยใช้ Loopamp DNA amplification kit (Eiken Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan) ในการเตรียมปฏิกิริยา ซึ่งในแต่ละปฏิกิริยาประกอบด้วยไพรเมอร์ FIP และ BIP ที่มีความเข้มข้นอย่างละ 40 pmol ไพรเมอร์ F3 และ B3 มีความเข้มข้นอย่างละ 5 pmol ส่วนไพรเมอร์ LB มีความเข้มข้น 20 pmol จากนั้นนำเข้าเครื่อง thermocycler ซึ่งตั้งโปรแกรมดังนี้ 60°C 60 นาทีและ 80°C 5 นาที ดูผลโดยใช้ gel electrophoresis แล้วส่องภายใต้แสงยูวี (UV illumination) ซึ่งตัวควบคุมบวกที่ใช้ในการทดสอบทุกครั้ง คือ เชื้อ *S. suis* สายพันธุ์ P1/7 (Slater *et al*., 2003) และใช้น้ำกลั่นแทนดีเอ็นเอสำหรับตัวควบคุมลบ

Table 1 Numbers of collected sample and LAMP-positive sample

Type of sample	Market		Pork shop		Supermarket	
	Number of sample	Number of LAMP-positive sample	Number of sample	Number of LAMP-positive sample	Number of sample	Number of LAMP-positive sample
Pork	12	11	7	7	1	1
Mince pork	10	9	6	6	2	1
Liver	6	5	7	4	0	0
Lung	8	7	4	4	0	0
Heart	4	4	3	3	1	0
Total	40	36 (90%)	27	24 (88.89%)	4	2 (50%)

Table 2 Primer sequences used in this study

Primer	Primer sequence (5'–3')	Reference
F3	TGTCGATGATGTTTTGGACTA	Arai *et al*.,
B3	GCTTTCTCCATATACAAGTCTTG	2015
FIP	AAGCTGAACTTCCAAATCATCTCCCAGCGAAGAATACAATCTATTGAC	
BIP	TAGAGAAAGAATTGGTTGAACGAGCGCGGATAATATCTTCTAAAACAAC	
LB	GGTCAGCTCAGCCAATCACGC	

Table 3 Numbers of LAMP-positive sample based on type of sample

Sample	Number of sample	Number of LAMP-positive sample
Pork	20	19 (95%)
Mince pork	18	16 (88.89%)
Liver	13	9 (69.23%)
Lung	12	11 (91.67%)
Heart	8	7 (87.5%)
Total	71	62 (87.32%)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการตรวจหาเชื้อ *S. suis* โดยเทคนิค Loop-mediated isothermal amplification (LAMP)

จากการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* ในตัวอย่างเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรจำนวน 71 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* อยู่ถึง 62 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 87.32 ดังแสดงใน Table 3 ซึ่งเมื่อพิจารณาตามชนิดของตัวอย่างที่ตรวจพบเชื้อแล้วพบว่าตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *S. suis* มากที่สุด คือ เนื้อสุกร ซึ่งพบการปนเปื้อนสูงถึงร้อยละ 95(19/20) รองลงมาได้แก่ ปอด เนื้อสุกรบด และหัวใจ พบการปนเปื้อนร้อยละ 91.67 (11/12) 88.89 (16/18) และ 87.50 (7/8) ตามลำดับ ซึ่งตับเป็นตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* น้อยที่สุด โดยพบการปนเปื้อนที่ร้อยละ 69.23 (9/13) แต่เนื่องจากตัวอย่างแต่ละชนิดที่นำมาตรวจหาเชื้อ *S. suis* นั้นมีจำนวนไม่เท่ากัน จึงอาจทำให้การเปรียบเทียบผลที่ได้มีค่าคลาดเคลื่อนไป

นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวอย่างที่เก็บมาจากแต่ละแหล่งมีการตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* แตกต่างกัน โดยตัวอย่างที่เก็บจากตลาดสดและร้านขายเนื้อสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* สูงถึงร้อยละ 90 (36/40) และร้อยละ 88.89 (24/27) ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บจากซุปเปอร์มาร์เก็ตมีการปนเปื้อนของเชื้ออยู่ที่ร้อยละ 50 (2/4) รายละเอียดดังแสดงใน Table 1 ทั้งนี้ในอนาคตทางผู้วิจัยจะทำการเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ค่าที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาที่ได้สามารถบ่งชี้ได้ว่าแนวโน้มของเชื้อ *S. suis* ที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรที่จำหน่ายในภาคกลางของประเทศไทยอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรที่จำหน่ายในตลาดสดและร้านขายเนื้อสุกร

โดยทั่วไปสามารถพบเชื้อ *S. suis* ได้ในสุกรสุขภาพดี โดยเฉพาะที่บริเวณต่อมทอลซิลและโพรงจมูกหรืออาจพบได้ในระบบสืบพันธุ์และระบบย่อยอาหาร (Staats *et al*, 1997) แต่ไม่ควรพบเชื้อนี้ในเนื้อสุกร ตลอดจน

เลือด และเครื่องในบางชนิด เช่น หัวใจ ปอด และตับของสุกรที่มีสุขภาพดี อย่างไรก็ตาม ผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า เนื้อสุกรและเครื่องในสุกรที่จำหน่ายในภาคกลางของประเทศไทยมีการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* เฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 87.32 ซึ่งผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* ในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรเพื่อการบริโภคนั้น อาจเกิดจากการปนเปื้อนข้ามจากบริเวณอวัยวะของสุกรที่โดยปกติมีเชื้ออยู่แล้วไปสู่เนื้อสุกรและเครื่องในสุกรในระหว่างกระบวนการชำแหละซากสุกรในโรงฆ่าสุกร ตลอดจนการวางจำหน่ายเนื้อสุกรและเครื่องในสุกร โดยการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* ในเนื้อสุกรนั้นอาจบ่งชี้ถึงสุขลักษณะที่ไม่ตรงตามมาตรฐานการผลิตและการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากสุกร ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้บริโภคได้รับเชื้อ *S. suis* ผ่านการสัมผัสหรือการบริโภคเนื้อสุกรที่ปรุงไม่สุก

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้แตกต่างกับผลการตรวจพบเชื้อ *S. suis* ด้วยเทคนิค LAMP ในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรในประเทศญี่ปุ่น (Arai *et al*., 2015) ซึ่งพบตัวอย่างที่มีเชื้อ *S. suis* คิดเป็นร้อยละ 22.59 (255/966) โดยพบว่ามี 47 ตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *S. suis* ซีโรไทป์ 2 นอกจากนี้ จากการศึกษาในประเทศฮ่องกง (Ip *et al*, 2007) เพื่อตรวจหาเชื้อ *S. suis* ในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรที่จำหน่ายในตลาดสด พบว่ามีตัวอย่างเพียงร้อยละ 6.1 เท่านั้นที่ตรวจพบเชื้อ *S. suis* ซึ่งตัวอย่างที่ตรวจพบเชื้อได้แก่ ลิ้น ต่อมทอนซิล กระดูก และหาง แต่ไม่พบเชื้อนี้ในตัวอย่างเนื้อสุกรและเนื้อสุกรบดเลย แต่การศึกษาโดย Ip et al. (2007) นั้น เป็นการตรวจหาโดยการเพาะแยกเชื้อจากตัวอย่างและยืนยันเชื้อด้วยวิธีพีซีอาร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ (species-specific PCR) ซึ่งมีความไวน้อยกว่าการใช้เทคนิค LAMP ดังนั้นหากมีการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* ในเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรในปริมาณที่น้อยมากอาจทำให้ไม่สามารถเพาะแยกเชื้อจากตัวอย่างได้

แม้ว่าเชื้อ *S. suis* ซีโรไทป์ 2 เป็นสายพันธุ์ที่มักก่อให้เกิดโรครุนแรงในคน และเชื้อ *S. suis* ซีโรไทป์อื่นก็อาจทำให้เกิดการติดเชื้อที่รุนแรงได้เช่นกัน (Goyette-Desjardins *et al*., 2014) โดยรายงานของ Taniyama et al. (2016) ได้พบผู้ป่วยติดเชื้อ *S. suis* ซีโรไทป์ 5 ซึ่งได้รับเชื้อจากเนื้อสุกรดิบผ่านทางบาดแผลที่บริเวณนิ้วมือทำให้ผู้ป่วยติดเชื้อแบคทีเรียในกระแสเลือดตามมา ส่วนในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่ผู้ป่วยมักติดเชื้อ *S. suis* จากการบริโภคเนื้อสุกรที่ปรุงไม่สุก โดยพบผู้ป่วยที่ติดเชื้อ *S. suis* ในหลายซีโรไทป์ เช่น ซีโรไทป์ 2, 5, 9, 14, 24 และ 31 (Goyette-Desjardins *et al*., 2014; Hatrongjit *et al*., 2015; Kerdsin *et al*., 2011; Kerdsin *et al*., 2015) ซึ่งจากการผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* ในตัวอย่างเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรในระดับสูง จึงอาจส่งผลให้ผู้บริโภคและผู้ที่ต้องสัมผัสกับเนื้อสุกร เครื่องในสุกรดิบมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ *S. suis* และอาจก่อให้เกิดอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้ ผลจากการศึกษานี้บ่งชี้ว่าเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรนั้นอาจเป็นแหล่งของการแพร่กระจายเชื้อ *S. suis* ที่สำคัญไปสู่ผู้บริโภคและผู้ที่สัมผัสกับเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรในกระบวนการผลิต

สรุป

จากการตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อ *Streptococcus suis* ในตัวอย่างเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรทั้งหมด 71 ตัวอย่าง พบตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* จำนวน 62 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 87.32 (62/71) โดยพบการปนเปื้อนในตัวอย่างเนื้อสุกรมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 95 (19/20) การตรวจพบเชื้อในการศึกษานี้อาจเกิดจากการปนเปื้อนข้ามในขั้นตอนการชำแหละซากสุกรในโรงฆ่าสุกรตลอดจนการวางจำหน่ายโดยตลาดสดพบการปนเปื้อนของเชื้อ *S. suis* มากที่สุดคือร้อยละ 90 ดังนั้นผู้บริโภคและผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเนื้อสุกรและเครื่องในสุกรจึงควรตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดจากการติดเชื้อและควรหาแนวทางการป้องกันการได้รับเชื้อต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้วิจัยขอขอบคุณ Dr.Daisuke Takamatsu เป็นอย่างสูงสำหรับคำแนะนำและข้อเสนอแนะในการศึกษานี้ และขอขอบคุณ รศ.ประสิทธิ์ ธราวิจิตรกุล ที่เอื้อเฟื้อเชื้อ *S. suis* เพื่อใช้เป็นตัวควบคุมบวกในการศึกษา และสุดท้ายขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.มก.) ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ศุภร ฟุ้งลัดดาและประเสริฐ ทองเจริญ. 2548. **โรคติดเชื้อสเตร็พโตค็อกคัสซูอิสในมนุษย์**: ทบทวนรายงานในประเทศไทยและจุลชีววิทยา. วารสารวิชาการสาธารณสุข, ปีที่ 14 ฉบับที่ 4, 581-589.

Arai, S., M. Tohya, R. Yamada, R. Osawa, R. Nomoto, Y. Kawamura and T. Sekizaki. 2015. Development of loop-mediated isothermal amplification to detect *Streptococcus suis* and its application to retail pork meat in Japan. **International Journal of Food Microbiology** 208: 35–42

Goyette-Desjardins, G., J.P. Auger, J. Xu, M. Segura and M. Gottschalk. 2014. *Streptococcus suis*, an important pig pathogen and emerging zoonotic agent-an update on the worldwide distribution based on serotyping and sequence typing. **Emerging Microbes & Infections** 3: 45.

Gottschalk, M. and M. Segura. 2000. The pathogenesis of the meningitis caused by *Streptococcus suis* the unresolved questions. **Veterinary Microbiology** 76: 259-272.

Hatrongjit, R., A. Kerdsin, M. Gottschalk, D. Takeuchi, S. Hamada, K. Oishi and Y. Akeda. 2015. First human case report of sepsis due to infection with *Streptococcus suis* serotype 31 in Thailand. **BMC Infectious Diseases** 15: 392.

Ip, M., K. S. C. Fung, F. Chi, E. S. C. Cheuk, S. S. L. Chau, B. W. H. Wong, S. L. Lui, M. Hui, R. W. M. Lai and P. K. S. Chan. 2007. *Streptococcus suis* in Hong Kong. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease** 57: 15-20.

Kerdsin, A., S. Dejsirilert, P. Sawanpanyalert, A. Boonnark, W. Noithachang, D. Sriyakum, S. Simkum, S. Chokngam, M. Gottschalk, Y. Akeda and K. Oishi. 2011. Sepsis and spontaneous bacterial peritonitis in Thailand. **The Lancet** 378: 960.

Kerdsin, A., R. Hatrongjit, M. Gottschalk, D. Takeuchi, S. Hamada, Y. Akeda and K. Oishi. 2015. Emergence of *Streptococcus suis* serotype 9 infection in humans. **Journal of Microbiology, Immunology and Infection** pii, S1684-1182(15)00822-1.

Lun, Z. R., Q. P. Wang, X. G. Chen, A. X. Li and X. Q. Zhu. 2007. *Streptococcus suis*: an emerging zoonotic pathogen. **The Lancet. Infectious diseases**7:201-209.

Madsen, L. W., B. Svensmark, K. Elvestad, B. Aalbaek and H. E. Jensen. 2002. *Streptococcus suis* serotype 2 infection in pigs: new diagnostic and pathogenetic aspects. **Journal Comparative Pathology** 126: 57-65.

Nghia, H. D. T., N. T. Hoa, L. D. Linh, J. Campbell, T. S. Diep, N. V. V. Chaut, N. T. H. Mai, T. T. Hien, B. G. Spratt, J. Farrar and C. Schultsz. 2008. Human case of *Streptococcus suis* serotype 16 infection. **Emerging Infectious Diseases** 14: 155-157.

Slater, J. D., A. G. Allen, J. P. May, S. Bolitho, H. Lindsay and D. J. Maskell. 2003. Mutagenesis of *Streptococcus equi* and *Streptococcus suis* by transposon Tn*917*. **Veterinary Microbiology** 93: 197–206.

Staats, J. J., I. Feder, O. Okwumabua and M. M. Chengappa. 1997. *Streptococcus suis*: past and present. **Veterinary Research Communications** 21, 381-407.

Takeuchi, D., A. Kerdsin, A. Pienpringam, P. Loetthong, S. Samerchea, P. Luangsuk, K. Khamisara, N. Wongwan, P. Areeratana, P. Chiranairadul, S. Lertchayanti, S. Petcharat, A. Yowang, P. Chaiwongsaen, T. Nakayama, Y. Akeda, S. Hamada, P. Sawanpanyalert, S. Dejsirilert and K. Oishi. 2012. Population-based study of *Streptococcus suis* infection in humans in Phayao province in Northern Thailand. **PLoS One** 7: 31265.

Taniyama, D., M. Sakurai, T. Sakai, T. Kikuchi and T. Takahashi. 2016. Human case of bacteremia due to *Streptococcus suis* serotype 5 in Japan: The first report and literature review. **IDCases**6: 36-38.

Wertheim, H. F., H. D. Nghia, W. Taylor and C. Schultsz. 2009. *Streptococcus suis* an emerging human pathogen. **Clinical Infectious Diseases** 48: 617-625.

Prevalence of soil-transmitted and gastro-intestinal parasites of dogsin Bangkhen areas of Kasetsart University

Tanadon Kijsumritroj[1], WitchutaEiamsuk[1], SaritaJeedepram[1], PanitthaRattanasriampaipong[1], SasilakRuangaram[1], Nongnuch Pinyopanuwat[2], SirichaiWongnarkpet[3], Chaithep Poolkhet[3], Sathaporn Jittapalapong[2,4*]

ABSTRACT

The increasing population of stray dogs in Kasetsart University (KU) particularly in Bangkhen area, tends to be extremely concerned since these dogs might cause the public health's threatening including biting and some zoonoses to the people who work or have their activities in the university. These dogs were lack of attention led to their poor health so that they could be easilyinfected by many pathogens such as parasites, bacteria, and virus. Therefore, these diseases were directly spread among dogs or humans lived in the same or nearby environment.The objectives of this study were to determine the prevalence of soil-transmitted (ST) and gastro-intestinal (GI) parasites of dogs resided in KU and to identify factors associated with these infections. In the study, we have collected 114 soiled samples and 66 stool samples of dogs from 6 locations in KU-Bangkhen areas to detect ST-parasites using the double flotation and examined under the light microscopic examination. A total of 8.8% (10/114) was found positives for ST-parasites'eggs from soiled samples and 22.7% (15/66) were positives for GI-parasites from stool samples. The infection rate of *Ancylostoma caninum* was 5.26%, *Toxocara canis* (2.63%), and *Spirocerca lupi* (0.88%). For GI-parasites, a total of 69 dog fecal samples were detected by flotation and formalin-ether sedimentation technique. The overall prevalence of GI-parasites in dogs was 22.7% (15/69). The prevalence of each GI-parasites was identified as *Toxocara canis* (12.12%), *Toxocanis leonina* (6.06%), *Ancylostoma caninum* (4.55%), *Dypylidium caninum* (4.55%), *Strongyloides stercolaris* (3.03%) and *Trichuris vulpis* (3.03%). The result indicated the evidences of public health concern due to some contaminated environment from stray dogs in KU.

Keywords: Stray dog, Prevalence, Gastro-intestinal parasites, Soil-transmitted parasites

*Corresponding author: fvetspj@ku.ac.th

[1]Sixth year student, Faculty of Veterinary medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3]Department of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Nakhonpathom 10900

[4]Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok 10900

INTRODUCTION

Currently, a number of stray dogsis likely increasing and tended to be the common problem in Kasetsart University. This problem is due to the lack of owners' responsibility led to the social and public health concern since these stray dogs might cause different degree of menacing people who work or have an activity in KU. These dogs are capable of transmission many pathogens from mild pathogens including GI-parasites to some lethal pathogens such as rabies to the other animals or humans who live in the same environment.

A few GI-parasites such as round worm (*Toxocara* spp.), hookworm (*Ancylostoma* spp.) and whipworm (*Trichuris* spp.) required a soil habitat to complete their life cycle to get the infective stage. These GI-parasites were classified as soil-transmitted helminth (STH) since they were transmitted to hosts including humans via soil. STH also have a role as zoonotic helminthes that were reported worldwide.

There were many reports of GI- parasites transmitted from soil such as soil contamination with canine intestinal parasites eggs (*Toxocara* spp. and *Trichuris* spp.) in the parks and shelter dogs from Bucharest area (Tudor, 2015). Dubna et al. (2007) reported the prevalence of intestinal parasites in dogs from rural areas of Prague, and shelters of the Czech Republic. Sherry et al. (2015) demonstrated the most common parasite is *Toxocara* spp. of dogs in the Greater Accra region of Ghana. Eggs of *Toxocara* spp. were released from the feces of dogs and cats that can cause directly infection to people without carriers or intermediate hosts (Overgaauw et al., 2013).

The objective of this study was to determine the prevalence of the GI- parasites from soil (STH) and the prevalence of the GI infection of stray dogs in Bangkhen area of KU. This data will help understanding the situation of STH and GI-parasites and to apply the measures for the prevention of these parasitic infections that might affect the health of people in KU.

MATERIALS AND METHODS

Methods

Soil and stool samples collection from dogs of Bangkhen areas of KU between June and September 2016. The calculation of sample size for soil and stool samples was designed by this formulation (Ausvetplan, 2016).

$$n = (Z^2 \times PQ)/d^2$$

where Z is the standard from Z table at type I error that $\alpha = 0.05$

P is the proportion is expected in the population

Q is1– P

d is the wide range of tolerance (It is measured by the value P.)

This study provide $\alpha = 0.05$, P= 50%, d =0.1and Z = 1.96 for sample be used at least 53 samples. This study design used Cross sectional study.

Sampling

A total of 114 soil samples were collected at 1 sample per 50 meters around the area where the dog was found (1 soil sample contain 250 gram for each10 locations). We collected soil samples at 3 inches deep down from the surface and collected stool samples per-rectum from 66 dogs in the same zone. Soil and stool samples were transferred for laboratory analysis at Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, KU. The criteria of classification of the study areas using the main road in university, areas was grouped into six zones such as A, B, C, D, E and F (Figure 1)

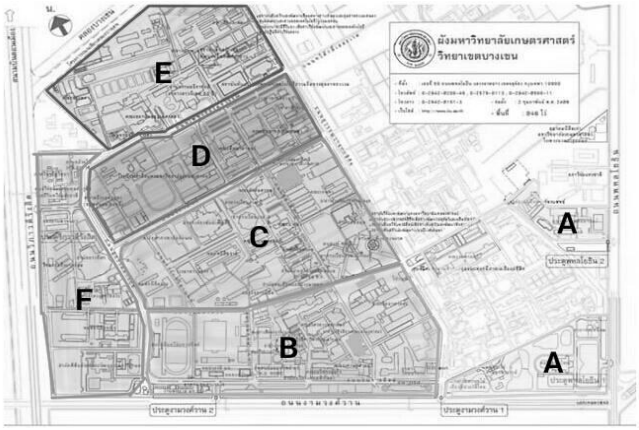


Figure1 (Zone A) PhahonYothin arch, Sam buraphachanmonument,Office of the council of state, Cafeteria faculty of Forestry, Faculty of Veterinary medicine, Faculty of Veterinary technology,Capitol Building chark, (Zone B) Office of Property management, Faculty of Home economics, Faculty of Engineering, Faculty of Science, Faculty of Business administration, Faculty of Economics, The p Sat Sathit Building, Infirmary of Kasetsart university, KU home hotel, Office of Computer Services, Cooperative shops, Insichantharasathit stadium, Basketball court, (Zone C) Agro-Ecological system research and development institute, Library, Cafeteria faculty of Agriculture, Department of Agronomy, Faculty of Social Science, Faculty of Humanities, Lacture Hall 2, Lacture Hall 3, Lacture Hall 4, Chakkapanpensiri building, Chulabhornwalailak Swimming

Complex, KU cafeteria 1, Male dormitory, (Zone D) KU Buddhism, Faculty of Agro industry building 1, Faculty of Agro industry building 2, KU cafeteria 2, Faculty of Education, Kasetsart university laboratory school, Thira sutabut stadium, (Zone E) Faculty of Agro industry building 3, Institute of Food research and product development, Kasetsart golden jubilee administrative and information center, Faculty of Architecture, (Zone F) Faculty of Fisheries, Kasetsart institute of Nuclear technology, Vehicle building and physical plant division,Faculty of Environment, Kasetsart university sports office, Tennis court, KU Royal project foundation, Rattan ball court, Female dormitory, Agricultural Museum.

RESULTS

1. The prevalence of STH in KU

The detection of parasites'eggs from soil by double flotation technique and identified species by microscopic examination was 8.76% (10/114) and zone E of KU had the highest rate (40%, 2/5). The type of parasites were taxonomically identified as *Ancylostoma caninum* (5.26%, 6/114), *Toxocara canis* (2.63%, 3/114) and *Spirocerca lupi* (0.88%, 1/114) (Table1).

2. The prevalence of GI-parasites of dogs in KU

The detection of parasites' eggs from dog feces samples using flotation and formalin-ether sedimentation technique and identified species by microscopic examination was 22.7% (15/66) and zone F of KU had the highest rate (64.71%, 11/17). The type of parasites were taxonomically identified as *T. canis* (12.12%, 8/66), *Toxocanis leonine* (6.06%, 4/66), *Ancylostoma caninum* (4.55%, 4/66), *Dypylidium caninum* (4.55%, 4/66), *Strongyloides stercolaris* (3.03%, 2/66) and *Trichuris vulpis* (3.03%, 2/66). The dogs less than 3 months had the highest infection (100, 7/7). Males had more infection than of female (Table1).

Table1 Factors associated with GI-parasites and STH of stray dogs in Bangkhen areas of KU

factor	category	Soil-transmitted parasites		Gastro-intestinal parasites	
		Number examined	Number positive (%)	Number examined	Number positive (%)
total		114	10(8.77%)	66	15(22.7%)
Zone	A	18	1(5.56%)	9	1(11.11%)

	B	23	0(0%)	14	1(7.14%)
	C	33	3(9.09%)	18	1(5.55%)
	D	10	2(20%)	6	1(16.67%)
	E	5	2(40%)	2	0(0%)
	F	25	2(8%)	17	11(64.71%)
Age	<3 months			7	7(100%)
	3months-1year			0	0(0%)
	1year-3years			13	0(0%)
	>3 years			46	8(17.39%)
Sex	Female			32	7(21.88%)
	Male			34	8(23.53%)
Type of	1.*D.caninum*	114	0(0%)	66	3(4.55%)
parasites	2.*S.stercolaris*		0(0%)		2(3.03%)
	3.*T.canis*		3(2.63%)		8(12.12%)
	4.*T.leonina*		0(0%)		4(6.06%)
	5.*A.caninum*		6(5.26%)		3(4.55%)
	6.*T.vulpis*		0(0%)		2(3.03%)
	7.*S.lupi*		1(0.88%)		0(0%)

Discussion

This is the first study done in the environment of University areas since most study was focused on dogs only. However, the prevalence in this study at 8.77% was not rather high compared to the other investigations indicated that some areas might be concern based on the zone prevalence. Normally, the prevalence of STH might not be related with the prevalence in stray dogs since these animals were roaming more than one zone.

The prevalence of GI-parasites in dogs in this study was likely high (22.7%, 15/66) and contained different parasites that might be concerned for public health. The previous prevalence of GI-parasites of stray cats in Bangkok area was 11.9% (176/1,485) (Jittapalapong et al., 2007). These stray animals had the high risk of accession the infection via contaminated environment.

Tradition fecal methods, such as microscopy, are commonly used by diagnostic facilities for identifying parasite stages in a fecal sample. However, small protozoan parasites can be difficult to detect using conventional microscopy. When only one fecal sample is collected, prepatent infections

in dogs as well as intermittent shedding of parasitic stages may lead to the underestimation of the prevalence of parasitic infections. Similarly, a low level of infection may go undetected when using traditional microscopy methods. In a veterinary practice, the importance of molecular technique such as PCR must be considered in terms of the practicality and cost effectiveness of using such a technique for routine diagnosis.

ACKNOWLEDGMENT

The authors thank Department of Parasitology and Department of Veterinary Public Health for constructive feedback and encouragement including Faculty of Veterinary Medicine Kasetsart University for supporting along we had studied.

REFERENCES

วีระพล จันทร์สวรรค์. 2524. **พยาธิใบไม้และตัวตืดของสัตว์เลี้ยง**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ม.ป.ท.

อาคม สังข์วรานนท์. 2533. **ปาราสิตวิทยาทางสัตวแพทย์ พยาธิตัวกลมของสัตว์เลี้ยง**. คณะสัตวแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Dubná S. et al, 2007.The Prevalence of Intestinal Parasites in Dogs from Prague, Rural Areas and Shelters of the Czech Republic.**Veterinary Parasitology** 2007 (145): 120-128.

Jittapalapong, S., Inpankaew, T.,Pinyopanuwat, N., Chimnoi, W., Kengradomkij, C., Sangvaranond, A., Wongnakphet, S. and Santivatr, D. 2007. Gastrointestinal parasites of stray cats in Bangkok metropolitan areas, Thailand. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 41: 69-73.

Kimberly, E. et al. 2009. Gastrointestinal Parasites in Dogs from the Island of St.Pierre off the South Coast of Newfoundland.**Veterinary Parasitology** 2009 (102): 167-170.

Matos , M. et al. 2015.Parasite Control Practices and Public Perception of ParasiticDiseases: A Surveyof Dog and CatOwners.**Preventive Veterinary Medicine** 2015(122): 174-180.

Overgaauw, P. et al. 2013. Veterinary and public health aspects of *Toxocara*spp. **Veterinary Parasitology** 2013 (193): 398– 403.

Pullola, T. et al. 2006. Canine Intestinal Helminths in Finland: Prevalence, Risk Factors and EndoparasiteControlPractices.**Veterinary Parasitology** 2006 (140): 321-326.

Sherry,AmaMawuko Johnson et al. 2015.Prevalence of Gastrointestinal Helminths andManagement Practices for Dogs in the Greater Accra Region of Ghana.Heliyon 2015: 1-11

Tudor, P. 2015. Soil Contamination with Canine Intestinal Parasites Eggs in the Parks and Shelter Dogs from Bucharest Area. Agriculture and Agricultural Science Procedia2015(6): 387-391.

Ausvet.n.d.Sample size calculations.**EpiTools epidemiological calculators**.Available Source: Http://epitools.ausvet.com.au/content.php?page=SampleSize, August 18, 2016.

Hines, R. 2016. Intestinal Parasites In Your DogAnd What To Do About Them. Availablesource:Http://www.2ndchance.info/parasite-dog.htm, June 1, 2016

Prevalence of external parasites of stray cats and dogs residing in monasteries of Bangkok Metropolitan Areas, Thailand

Wissanuwat Chimnoi[1], Nongnuch Pinyopanuwat[1], Chanya Kengradomkij[1], TawinInpankaew[1], Phatcharatorn Sinking[2], Sinsamut Saengow[2], Sarawut Yangtara[3], Duangkhamol Suraruangchai[4], And Sathaporn Jittapalapong[1,5 *]

ABSTRACT

External parasites are among the most common parasites found in stray cats and dogsresided in monasteries in Thailand. Stray animals might serve as potential reservoirs for external parasites to deliver to housed cats and dogs, especially during the mating season. The objective of this study was to determine the prevalence of external parasites of stray cats and dogs residing in monasteries of Bangkok, Thailand. A total of 1,318 and 1,107samples were collected from cats and dogs, respectively, lived in monasteries of 50 districts of Bangkok, and taxonomically identified their stages, and types. An overall prevalence of external parasites in stray cats was 31.2% (411/1,318) and distributed in 96% of areas (48/50). Watthana district had the highest number external parasites of stray cats(72.7%, 8/11) and cats more than 5 year old were highly infested (41.7%, 45/108). The frequently found external parasites were *Ctenocephalides felis felis* (89.97%), *Felicola subrostratus* (11%), *Rhipicephalus sanguineus* (2.4%), *Xenopsylla cheopis* (0.24%), *Notoedres cati* (0.24%) and *Lynxacarus rodovskyi* (1.70%).An overall prevalence of external parasites in stray dogs was 76.6% (848/1,107) and distributed in 96% of areas (48/50). Saimai district had the highest number (100%, 50/50). Dogs less than 1 year were highly infested(82.55%). The frequently found external parasites was *R. sanguineus* (95.7%), *Heterodoxus spiniger* (12.9%), *C. felis orientis* (9.3%), *C.felis felis* (8.2%), and *Demodex canis* (0.23%). The high incidence of external parasites of cats and dogs was due to the relative influence of behavior and contaminated environment since these animals lived in the same environment.These results are indicative of the situation that stray animals were potential source for some vectors and vector-borne diseases.

Key words: prevalence, external parasites, stray cats and dogs, monasteries, Bangkok metropolitan areas

* Corresponding author; e-mail address: fvetspj@ku.ac.th

[1]Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University

[2]Field of Animal Health Science, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

[3]Department Companion animal clinical Services, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University

[4]Merial(Thailand) Ltd.

[5]Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University

INTRODUCTION

External parasites infestations are usually considered as vexing disorders and do not attract much clinical attention. However, these infections can carry substantial morbidity and affect much of a population depending on the socio-economic setting.External parasites are a common and important cause of pruritic and nonpruritic skin disorders in cats and dogs, as well as can transmit a variety of diseases and cause hypersensitivity disorders in animals. They may also cause life-threatening anemia in young or debilitated animals.External parasites are normally found in stray animals due to the lack of standard health care and sometimes leading to the increasing incidence of vector-borne diseases. In Thailand, the problem of stray animals roaming in the public places such as fresh market, street, school, university and monasteries was mentioned (Jittapalapong *et al*., 2003).

The most common group of ectoparasites infesting cats and dogs are fleas and tick, respectively. In Thailand, *Bartonella* spp. infections were reported in dogs and cats (Inoue *et al*., 2009) and the flea infestation might be the potential vector for this infection. Moreover, some major tick-borne diseases of cats and dogs in Thailand such as babesiosis, ehrlichiosis, and hepatozoonosis were demonstrated in Thailand (Jittapalapong and Tipsawek, 1991; Jittapalapong and Jansawan, 1993; Kaewmongkol *et al*., 2004; Jittapalapong *et al*., 2006; Pinyoowong *et a*l., 2008; Simking *et al*., 2010).

In Thailand, a monastery is a sanctuary for abandoned animals since there is thereligious prohibited to kill any animal in this area. For this reason, the animal population in monasteries is rising and causing more public health concern including some zoonoses. Information regarding the current situation of external parasites in the cats and dogs resided in monasteries is limited.The objective of this study was to determine the prevalence ofexternal parasites in stray cats and dogs from monasteries of Bangkok metropolitan areas.

MATERIALS AND METHODS

1. Study areas

Bangkok metropolitan areas are officially divided into 50 districts. Each district has at least 1 monastery. Stray cats and dogs were defined as cats and dogs that lived in the monasteries without the real owner. They were fed by leftover food by monastery caretakers or monks. These animals are not consistently vaccinated or dewormed as animal health's requirement. However, cats also shared the environment with dogs in some monasteries.

Between June and December 2015, a total of 1,318 cats and 1,107 dogs wererandomly sampling and examined and collected external parasites from 98 Buddhist monasteries in 50 districts

of Bangkok metropolitan areas where stray cats and dogs are existed. All cats and dogs were thoroughly examined and recorded for animal health.

2.External parasites samples

External parasites and skin scraping samples were collected from cats and dogs living in Buddhist monasteries from each district. Samples were collected into plastic bags and labelling according to monastery, district, and date of collection and kept in 70% alcohol until processing, which was carried out within a month. The age of cats and dogs were ranged from 3 months to 10 years; however, the history of these animals was not exactly known. Demographic data including breed, age, and gender were collected for all cats and dogs.

3. Parasitological procedures

Samples were clean by water and immersed in 5% potassium hydroxide (KOH) with a slightly warm for 10-15 minutes to remove preserved alcohol. Transfer the samples to 35% acid alcohol for 5 min. to adjust the pH on samples. Dehydrate the sample by using series of alcohol from 50, 60, 70, 80, 90, 95 and 100% (absolute) with 5 min. each. Make the sample transparency by xylene for 5 min. Slides with external parasites were mounted by permount and leave it dry before examination under stereo microscope. External parasites was identified and characterized using Soulsby (1976).

RESULTS

1. Prevalence of external parasites in cats (Table 1)

An overall prevalence of external parasites in stray cats was 31.2% (411/1,318) that was distributed among 96% of Bangkok dsitricts (48/50). Watthana district had the highest number (72.7%, 8/11). Cats more than 5 years were highly infected for 41.7% (45/108). The highest frequently found external parasites was *C.felisfelis*(89.97%),following *Felicola subrostratus* (11%), *R. sanguineus* (2.4%), *Xenopsylla cheopis* (0.24%), *Notoedres cati*(0.24%) and *Lynxacarus rodovskyi* (1.70%)(Figure 1).

2. Prevalence of External parasites in dogs (Table2)

An overall prevalence of external parasites in stray dogs was 76.6% (848/1,107) and distributed among 96% of Bangkok dsitricts (48/50). Saimai district had the highest number (100%, 50/50). Dogs less than 1 year were highly infected for 82.55%. The highest frequently found external parasites was *R. sanguineus* (95.7%), *Heterodoxus spiniger* (12.9%), *C. felis orientis* (9.3%), *C. felis felis* (8.2%), and *Demodex canis* (0.23%)(Figure 1).

Table 1 Factors associated with external parasites infestations of stray cats in Bangkok areas

Factors	Category	Number of examined	Number of positive (%)
Age	Less than 1 years	311	102(32.80)
	1-5 years	899	264(29.36)
	More than 5 years	108	45(41.67)
Sex	Females	781	194 (24.84)
	Males	537	217 (40.41)
Type of Infections	Mixed		23(5.60)
	Single		388(94.40)
Type of External parasites	*Ctenocephalides felis felis*		368 (89.97)
	Felicola subrostratus		45 (11.00)
	Rhipicephalus sanguineus		10 (2.44)
	Lynxacarus rodovskyi		7 (1.70)
	Notoedres cati		1 (0.24)
	Xenopsylla cheopis		1 (0.24)
Districts		50	48(96)
	Wathana	11	8 (72.73)
	Bang Khunthian	31	22 (70.97)
	Phasicharoen	30	18 (60)
	ThawiWatthana	33	19 (57.58)
	Yannawa	22	12 (54.55)
A total		1,318	411 (31.18)

Table 2 Factors associated with external parasites infestations of stray dogs in Bangkok.

Factors	Category	Number of examined	Number of positive (%)
Age	Less than 1 years	235	194 (82.55)
	1-5 years	598	451 (75.42)
	More than 5 years	274	203 (74.09)
Sex	Females	595	468 (78.65)
	Males	512	386 (75.39)
Type of Infections	Mixed		197 (23.23)
	Single		651 (76.77)
Type of External parasites	*Rhipicephalus sanguineus*		817(95.67)
	Heterrodoxus spiniger		110 (12.88)
	Cenocephalides felis orientis		79 (9.25)
	C. felis felis		70 (8.20)
	Demodex canis		2(0.23)
Districts		50	48 (96)
	Sai Mai	43	43 (100)
	Taling Chan	20	20 (100)
	Ratburana	17	17 (100)
	Thungkru	22	21 (95.45)
	Bangna	30	28 (93.33)
A total		1,107	848 (76.60)



Figure 1 The picture of external parasites found in stray cats and dogs of Bangkok areas

(a) *Ctenocephalides felis felis* (4x)(b)*Ctenocephalides felis orientis* (4x)

(c) *Xenopsylla cheopis* (4x)(d) *Felicola subrostratus* (10x) (e) *Heterrodoxus spiniger* (4x)

(f) *Rhipicephalus sanguineus* (4x) (g) *Lynxacarus rodovskyi* (10x) (h) *Notoedres cati* (40x)

(I) *Demodex canis* (40x)

DISCUSSION

The prevalence of external parasites in stray cats and dogs in Bangkok metropolitan areas was demonstrated likely high in stray dogs (76.6%) compared to cats (31.2%). The findings confirmed an evidence that external parasites are now the main problems affecting stray cats and dogs in Bangkok. Most cats and dogs in Thailand are raised outdoors and normally roaming all around the public places (Jittapalapong *et al*., 2003). Therefore, stray cats and dogs can carry

external parasites and their vector-borne diseases roaming in all public places and healthy animals or humans might get infected due to the contaminated environment. This study also reinforces the role of stray animals as one of the potential sources of some zoonoses transmission to humans in Bangkok.

The age of the cat was found to be an important risk factor associated with parasitic infection, since cats more than 5 years old (41.7%) were more likely to be parasitized than the others. The current study also found that the frequently contact of cats with the other cats and dogs had played the significantly influentto the prevalence of external parasites.

C. felis felis is known to be the most common ectoparasite of cats. In this study, it was the most frequent species of external parasites (89.97%) of cats and correlated with previous report by Jittapalapong *et al* (2008) that was found 88.3% and the other report in Tak province was found at 100% (Changbunjong *et al*., 2009). This evidence is important for public health concern since *C. felis felis* is recognized as a biological vector of many pathogens in humans, and therefore, minimum health care for these animals must be taken to diminish the risk of pest infection to animals and human beings.

R.sanguineus, a brown dog tick, is the common external parasites of dogs since there were a few reports of dog ticks in Thailand (Nithikathkul *et al*., 2005; Changbunjong *et al*., 2009). In this study, the high prevalent external parasites of dogs were ticks (95.7%). This was correlated with the high incidence of tick-borne diseases in Thailand (Kaewmongkol *et al*., 2004; Jittapalapong *et al*., 2006; Pinyoowong *et al*., 2008; Simking *et al*., 2010).

The high prevalence ofexternal parasites found in this study might serve as a warning to public health agencies, veterinarians and nearby people. Veterinarians in practice are often the only source of information about zoonoses for pet owners. Giving information of external parasites and their roles as the vector might help in reducing the prevalence of infections with potentially zoonotic parasites in pets and their owners. It is important that the control of external parasites might be practicalfor these animals since there were no real owners to understand their needs and less expense is required.

ACKNOWLEDGMENTS

Funding of this project was supported by Merial(Thailand) Ltd. and Faculty of Veterinary Medicine, KasetsartUniversity.We would like to acknowledge the excellent field assistance of the veterinary students and student from Rajamangala University of Technology Thanyaburi, who volunteered on a rotational basis.

REFERENCES

Changbunjong, T., Buddhirongawatr, R., Suwanpakdee, S., Siengsanan, J., Yongyuttawichai, P., Cheewajorn, K., Jangiaras, J., Sangloung, C. and Ratanakorn, P. 2009. A survey of ectoparasitic arthropods on domestic animals in Tak province, Thailand. **Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health**. 40, 435-442.

Jittapalapong, S. and Tipsawek, S. 1991. Survey of blood protozoa and blood parasites of pet dogs in Samutprakan province. **KasetsartJournal(NaturalScience)**, 25, 75-82.

Jittapalapong, S. and Jansawan, W. 1993. Preliminary Survey of blood parasites of cats in Bangkhen district areas. **Kasetsart Journal (NaturalScience)**, 27, 330-335.

Jittapalapong, S., N. Pinyopanuwat, S. Boonchob, W. Chimnoi, and Jansawan, W. 2003. A manual of regulation of animal rearing or yielding in the public land of Thailand: **Ministry of Public Health. Kasetsart University Press**, Bangkok. Thailand. 250p.

Jittapalapong, S., Sangvaranond,A.,Inpankaew, T.,Pinyopanuwat, N., Chimnoi, W., Kengradomkij, C., and Wongnakphet, S. 2008. Ectoparasites of stray cats in Bangkok metropolitan areas, Thailand. **KasetsartJournal (NaturalScience)**42, 71-75.

Jittapalapong, S., Pinyopanuwat, N., Chimnoi, W., Nimsupan, B., Rungphisuthipongse,O. and Stich, R.W.2006. Detetcion of *Hepatozoon* infections in stray dogs and cats of Bangkok, Thailand. With a PCR assay. **Annalsof the New York AcademySciences**. 1081, 479-488.

Kaewmongkol, G., Rukkwarmsuk, T., Sirinarumitr, T., Songserm, T., Tipsawake, S. and Jittapalapong, S.2004. A prevalence survey of *Babesiacanis* in stray dogs in Bangkok using PCR technique. **JournalKasetsartVeterinarians**14, 24-33.

Nithikathkul, C., Polseela, R., Iamsa-ard, J., Wongsawad, C.andJittapalapong, S. A. 2005.Study of ectoparasites of *Canislupusfamiliaris*inMueang district, KhonKaen, Thailand. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**. 36, 149-151.

Pinyoowong, D., Jittapalapong, S., Suksawat, F., Stich, R. W., Thamchaipenet, A.2008. Molecular characterization of Thai *Ehrlichiacanis* and *Anaplasma platys* strains detected in dogs. **Infection, Genetics andEvolution**8, 433-438.

Inoue, K., Maruyama, S., Kabeya, H., Kawanami, K., Yanai, K., Jitchum, S. and Jittapalapong,S.2009. Prevalence of *Bartonella* infection in cats and dogs in the Bangkok metropolitan areas, Thailand. **Epidemiology and Infection**, 137, 1568-1573.

Simking, P., Wongnakphet, S., Stich, R.W, Jittapalapong, S.2010. Detection of *Babesiavogeli* in straycats of metropolitan Bangkok, Thailand.**VeterinaryParasitology**173, 70-75.

Soulsby, E. J. L. 1976. Helminths, Arthropods and Protozoa of domesticated animals. Sixth edition 824p

Seroprevalence of *Trichinella* spp. Infections of Domestic Pigs in Southern Lao PDR

Thipphakone Lacksivy[1], Fred Unger[1], Stephane Herder[1], Aurelie Binot[1], Vannaphone Putthana[3] and Sathaporn Jittapalapong[2,4 *]

ABSTRACT

Trichinellosis is an important zoonosis disease that has been reported in both humans and various animals worldwide. Pig is one of the most potential sources of this disease to humans. The objective of this study was to investigate the seroprevalence of *Trichinella* spp. infections of domestic pigs and to determine risk factors associated with *Trichinella* spp. infections in the southern Lao PDR. Savannakhet province was located in the south of Laos PDR and assigned for this cross-sectional study. A total of 418 pig sera from 181 backyard farms were collected among 19 villages of 3 districts including Champhone, Xonnaboury and Songkhone. A total seroprevalence of pigs in the southern Lao PDR was17.7% (74/418) using indirect ELISA (PrioCHEC®Trichinella AbELISA, Switzerland). For district prevalence, Songkhone had the highest infection (34.4%, 55/105) following Champhone (10.3%, 14 /122), and Xonnaboury district (4.1%, 5/117). Most positives were found from pigs with free range farming (28%, 19/68), but less in pigsty (16.7%, 39/235) and semi-free range farming (14%, 16/115). For breed prevalence, cross breed had the significantly highest infection (37.3%; 19/51) compare to local breed (15.6%, 54/34) and pure breed (0.5%, 1/20) ($p<0.05$). Moreover, pigs older than one year had the highest infection (54%, 27/50) compare to the other age range ($p<0.05$). This result indicated that *Trichinella* spp. infection is still existed in the southern Lao PDR and pigs might be the potential reservoir for humans.

Keywords: Seroprevalence, *Trichinella* Infection, Pigs, Savannakhet Province, Lao PDR

*Corresponding author: e-mail address: fvetspj@ku.ac.th

[1]ComAcross project

[2]Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Bangkok, 10900 Thailand

[3] Veterinary Unit, Faculty of Agriculture, National University of Laos, Lao PDR

[4]Faculty of Veterinary Technology, Bangkok, 10900 Thailand

INTRODUCTION

Trichinellosis is one of the most public health concern zoonoses since there are approximately 11 million people are at risk of infection worldwide (Dupouy-Camet, 2000). In the southeast Asia, there are three *Trichinella* species that were reported in human cases such as *T. spiralis, T. pseudospiralis* and *T. papuae* (Conlan *et al.,* 2011; Pozio*et et al.,* 2007; 2009). Human was infected by eating raw or undercook meat with infective cysts, especially pork or pork product (Sayasone *et al.,* 2006). In Lao PDR, at least 8 pregnant women and 600 people were infected in Udomxay province in the northern part and 22 cases from Borikhamxay province in the central part (Barennes *et al.,* 2008; Taybouavone *et al.,* 2009; Syasone *et al.,* 2006). The prevalence of human trichinellosis in Lao PDR was ranged between 9.3 to 18.8 % (Conlan *et al*., 2008; Holt *et al.,* 2016; James *et al.,* 2014). However, there is limited information of *Trichinella* spp. Infections in pigs that served as an important role of reservoirs for this parasite to humans.

The aim of this study was to investigate the seroprevalence of *Trichinella* spp. infections in backyard farm pigs and to determine factors associated with *Trichinella* infections in the southern Lao PDR particularly in Savannakhet province located very close to the border of Thailand and Vietnam.

MATERIALS ANDMETHODS

1. Study Area

The cross-sectional study was conducted in 2016 in 3 districts including Champhone, Xonnaboury and Songkhone districts of Savannakhet province from the southern Lao PDR (Figure 1). These three districts were selected based on the result of Participatory Epidemiology tools (PE) and by reviews of secondary data from Province Agriculture and Forestry Office (PAFO). The total of pig number in the province was 285.550 from 132 backyard farms in the province (PAFO, 2013).

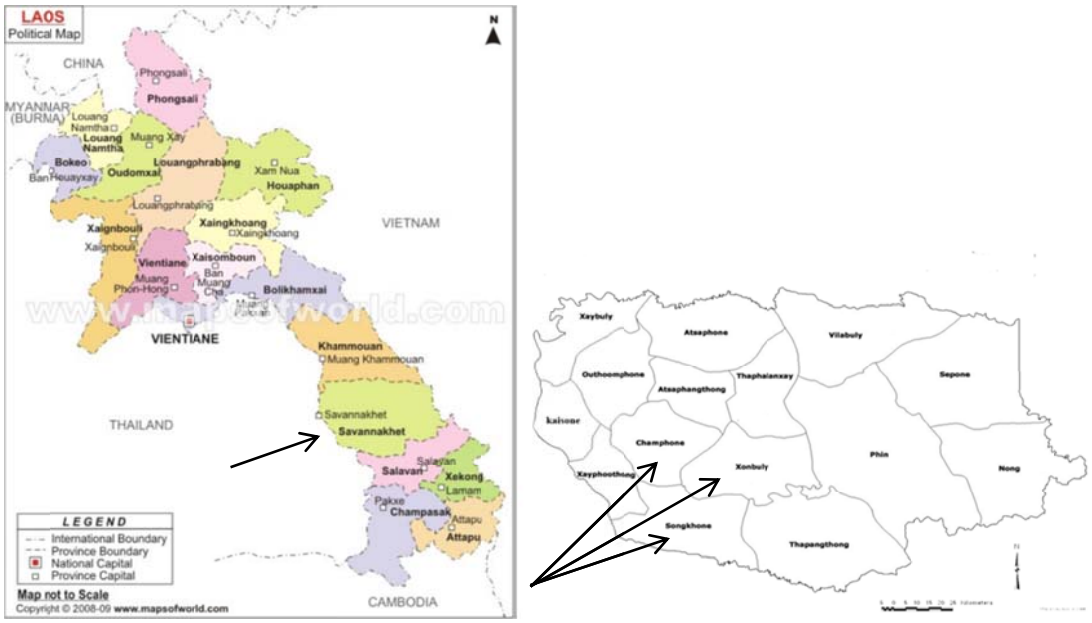


Figure1 The map of Savannakhet province (arrow) in the southern of Lao PDR. (http://bolofarm.net/lao-media/) (left) and the studied areas in Savannakhet province (right)(Source:http://www.moes.edu.la/Home/detail/c4ce43a5-d106-4b9a-b72d acb05e677e62?cateid=993fee44-0c1e-4b5c-854d-5e838af4aa29&lan=en)

2. Study design and sampling

The blood sampling was done in June 2016 and 418 samples from 181 households were collected in 19 villages. The sample size was calculated by expected prevalence at 9.3% (Holt *et al.,* 2016), and error margin was +/-5%. Samples information including ID code, age, gender, and weight, breed, deworming schedule, farms management and date was recorded in each household. Forty five pig sera per village were collected (approximately 135/district) and up to 3 pigs per household (HH) and 15 HH per village. Criterion for selection was based on the age of pig such as older than 3 months of age, less than 60 kilograms of weight, and no breeding stock was included in this study.

3. Serological Assay

The blood was taken from the jugular vein of pig, stored in the cool box, separated, and kept in -20°C freezer until used. The ELISA test was performed at the laboratory of Faculty of Agriculture, National University of Lao PDR. *Trichinella* antibodies were tested by using the PrioCHEC®TrichinellaAb ELISA (Prionics, Switzerland).

4. Statistical Analysis

The proportion of infected animals in this province was analyzed by Number Cruncher Statistical System (NCSS) version 2000 (Kaysville, UT) programs. The relationship between the sero-positivity and possible associated factors were tested using Chi-square (X^2) with the outcome with a *p*-value > 0.05. The frequencies, descriptive and factors analysis were using SPSS software version 21(Copyright IBM Corporation 1989, 2012).

RESULTS

1. Seroprevalence of *Trichinella* spp infections

A total seroprevalence of *Trichinella* spp infections of pigs in the southern Lao PDR was 17.7% (74/418) (Table 1). For district prevalence, Songkhone had the highest infection (34.4%, 55/105) following Champhone (10.3%, 14/122), and Xonnaboury district (4.1%, 5/117). Most positives were found from pigs with free range farming (28%, 19/68), but less in pigsty (16.7%, 39/235) and semi-free range farming (14%, 16/115). For breed prevalence, cross breed had the significantly highest infection (37.3%; 19/51) compared to the local breed (15.6%, 54/34) and pure breed (0.5%, 1/20)($p<0.05$). Moreover, pigs older than one year had the highest infection (54%, 27/50) compared to the other age ranges.

2. Risk factors associated with *Trichinella* spp infections

The seroprevalence of *Trichinella* spp. infections was 28% (19/68) in free ranging pigs, 16.7% (39/345) in pigsty, and 14% (16/115) in semi-free ranging. However, there were no statistically significant differences among three types of farm management (Figure 2). For breed factor, *Trichinella* spp. Infections related to breed are 37.3% (19/51), 15.7% (55/346) and 5% (1/20) for cross-bred, local breed and pure breed, respectively. Moreover, females were shown to get infections more than males. By age factor, pigs > one year (54%, 27/50) had more seropositives than the other age ranges (6-12m, 27.3%, 12/44and < 6m, 11%, 35/324).



Figure2 Free ranging (A) and semi-free ranging (B) of pig farm management.

Table1 Seroprevalence and factors associated with *Trichinella* spp. infections

Factors	Category	Number of Samples examined	% positive (n)	95%CI
District				X^2 = 2.3469, df= 2, P= 0.1255
	1. Champhone	136	10.3% (14/136)	
	2. Xonnaboury	122	4.1% (5/122)	
	3. Songkhone	160	34.4% (55/160)	
A total of		418	17.7% (74/418)	
Farm management				X^2= 5.1220, df= 2, P=0.0772
	1. Free ranging	68	28% (19/68)	
	2. Pigsty	235	16% (39/235)	
	3. Semi-free ranging	115	14% (16/115)	
Breed				*X^2= 8.622, df= 2, P= 0.0134
	1. Cross breed	51	37.3%(19/51)	
	2. Local breed	346	15.6%(54/346)	
	3. Pure breed	20	0.5%(1/20)	
Gender				X^2= 2.8464, df= 1, P= 0.0915
	Female	296	20% (59/296)	
	Male	122	12.3% (15/122)	
Age				X^2 = 2.2882, df= 2, P= 0.1303
	1. <6 months	324	11% (35/324)	
	2. 6-12 months	44	27.3% (12/44)	
	3. >12 months	50	54%(27/50)	

*= significant associate

DISCUSSION

Trichinella spp. infections were found to be endemic in Lao PDR (Holt *et al.,* 2016) and this study had demonstrated 17.7% (74/418) of prevalence in pigs in Savannakhet areas. The higher prevalence in this study compared to previous reports such as 14.4% in Luang Prabang and 9.3% in Savannakhet (Holt *et al*., 2016), 4.8% in Xiengkhuang and 2.8% in Oudomxay (Conlan *et al*., 2014) was indicated that *Trichinella* spp. infections was still the threatening zoonotic parasites for public health concern in Lao PDR. The infection rate was highly increasing due to the low standard of management of the pig farms and slaughter houses. Most pigs were fed by leftover human food and poor sanitation so that the garbage worm has its own complete life cycle. This study was found the higher prevalence than previous studies (James *et al.,* 2014; Holt *et al.,* 2016) due to the differences on the criterion on a pig selection. Criterion of the pig selection in this study was to select pig older than two months of age with less than sixty kilograms of weight and all breeds present in the field. Moreover, the targeted district in our study was selected based on the result of Participatory Epidemiology tools (PE) and by reviewing of secondary data from Province Agriculture and Forestry Office. Therefore, this study area have a lot of pig populations and came from many places of Savannakhet or others province such as Champasack and Khammouan provinces and sometimes from Thailand and Vietnam. Free ranging pig farm has higher prevalence compared with other groups. Furthermore, the lack of veterinarians in some slaughterhouses in the study areas and the poor condition of slaughter areas were risk factors related with contaminated. However, meat sample should be collected from the slaughterhouse and confirm by gold standard test.

Factors associated with *Trichinella* spp. Infections in the Southern Lao PDR including districts, breed of pigs, and age were statistic significant ($p<0.05$) while farm management and sex were not the significant factors related with these infections. Only the district factor was reported to be the risk factor due to the condensed population in some districts (Conlan *et al*., 2014). Smallholder pig production practices including free roaming pigs or backyard farm pigs that can access *Trichinella*-infected food scraps have been consistently linked to infections. Evidence of *Trichinella* spp. Infection in Lao PDR, with antibody prevalence as high as 20% in humans and 17.7% in pigs in this study suggests vigilance toward carriers such as rats should also be maintained, particularly in rural areas where smallholder pig-rearing system simultaneously existed alongside agricultural practices (Okello *et al*., 2015).

ACKNOWLEDGMENTS

Financial support from ComAcross project, Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University and Veterinary Unit, Faculty of Agriculture National University of Laos were gratefully acknowledged. Greatly thanks to Benjarat Yimming and Piangjai Chalermwong for helping in Laboratory and field work.

REFERENCES

BarennesH., S. Sayasone, A. De Bruyned, S. Hongsakhone, P. Odermatt, P. Vonprhachanhae, B. Martinez-Aussela, P.N Newtonf, W. Chaicumpah, M. Strobela, J. Dupouy-Camet. 2008. A major trichinellosis outbreak suggesting a high endemicity of *Trichinella* infection in northern Laos. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. 78: 40-44.

Conlan J., S. Khounsy, L. Phithakhep, M. Phruaravanh, V. Soukvilai, A. Colling, C. Wilks,and L. Gleeson. 2008. Pig production and health in Bolikhamxay province, Lao PDR. Management of classical swine fever and foot and mouth disease in Lao PDR. **Proceedings of International Workshop Held in Vientiane, Lao PDR**. 28-33.

Conlan J., B. Sripa, S. Attwood, PN. Newton. 2011. A review of parasitic zoonoses in a changing Southeast Asia. **Veterinary Parasitology**. 182: 22-40.

DupouyCametJ. 2000. Trichinellosis: a worldwide zoonosis. **Veterinary Parasitology**. 93: 191–200.

Dupouy-Camet J. and F. Bruschi. 2007. **Food and Agriculture Organization/World Health Organization /World Organization for Animal and Health Guidelines for the Surveillance, Management, Prevention and Control of Trichinellosis**. 37– 68.

Frey CF., P. Buholzer, R. Beck, A. Marinculi, AJ. Raebe, B. Gottstein and ME. Schuppers. 2009. Evaluation of a New Commercial Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for the Detection of Porcine Antibodies against *Trichinella* spp. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**. 21: 692–7.

Holt HR., P. Inthavong, B. Khamlome, K. Blaszak, C. Keokamphe, V. Somoulay, A. Phongmany, PA. Durr, K. Graham, J. Allen, B. Donnelly, SD. Blacksell, F. Unger, D. Grace, S. Alonso and J. Gilbert. 2016. Endemicity of Zoonotic Diseases in Pigs and Humans in Lowland and Upland Lao PDR: Identification of Socio-cultural Risk Factors. **PLoS Neglected Tropical Diseases**.10: 1-16.

James V., J. Conlan, K. Vongxay, B. Khamlome, MA. Gomez-Morales, E. Pozio, Stuart D. Blacksell, S. Fenwick, RCA. Thompson. 2014. Patterns and Risks of *Trichinella* Infection in Humans and Pigs in Northern Laos. **PLoS Neglected Tropical Diseases**. 8: 1-10.

Okello AL., S. Burniston, JV. Conlan, P. Inthavong, B. Khamlome, SC. Welburn, J. Gilbert, J. Allen, SD. Blacksell. 2015. Prevalence of Endemic Pig-Associated Zoonoses in Southeast Asia: A Review of Findings from the Lao People's Democratic Republic. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene.** 92:1059-1066.

Provincial Agriculture and Forestry Office (PAFO). 2013. Report on agricultural production 2012–2013 and plan of agricultural production for 2012–2013. **Savannakhet: PAFO**. 1: 2-5.

Pozio E., C.M. Foggin, T. Gelanew, G. Marucci, A. Hailu, P. Rossi, MA. Gomez Morales, 2007. *Trichinella zimbabwensis* in wild reptiles of Zimbabwe and Mozambique and farmed reptiles of Ethiopia. **Veterinary Parasitology**. 28: 305–310.

Pozio E., E. Hoberg, G. La Rosa, DS. Zarlenga. 2009. Molecular taxonomy, phylogeny and biogeography of nematodes belonging to the *Trichinella* genus. **Infection, Genetic and Evolution**. 9: 606–616.

Sayasone S., P. Odermatt, P. Vongphrachan, V. Keoluangkot, J. Dupouy-Camet, PN. Newton, M. Strobel. 2006. A trichinellosis outbreak in Borikhamxay Province, Lao PDR. **Transectional of the Royal Socity of Tropical Medicine and Hygiene.** 100:1126-1129

Taybouavone T., TN. Hai , P. Odermatt, V. Keoluangkhot, N. Delanos-Gregoire, J. Dupouy-Camet, M. Strobel, H. Barennes. 2009. Trichinellosis during pregnancy: a case control study in the Lao Peoples' Democratic Republic. **Veterinary Parasitology**. 159: 332-336.

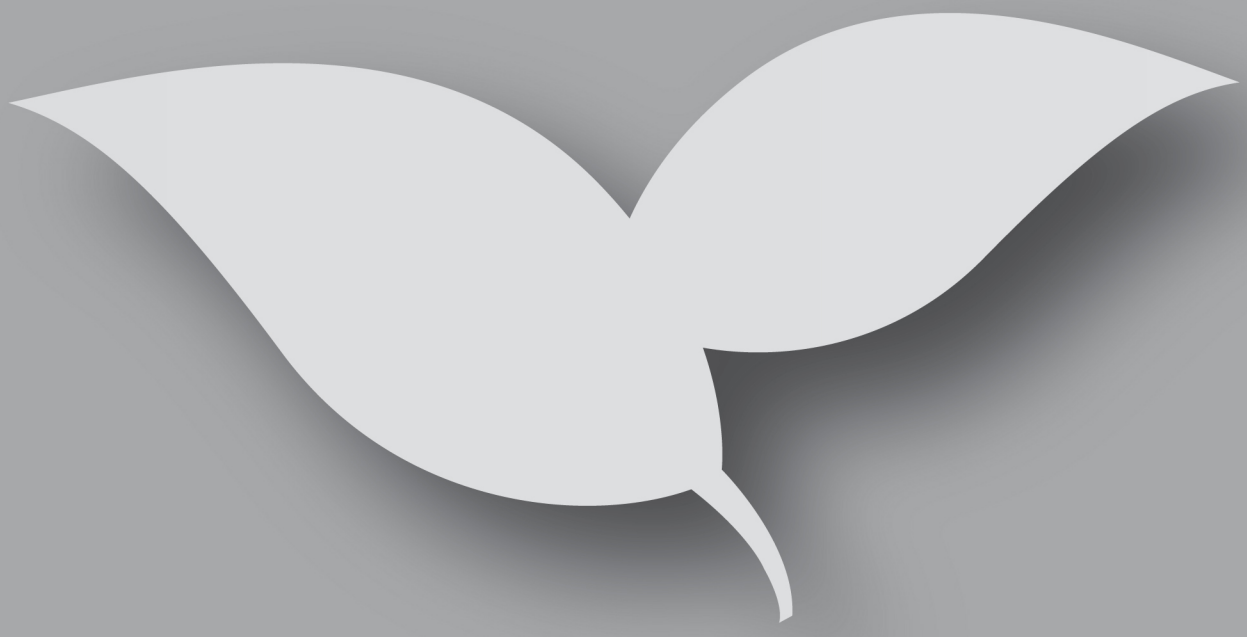
Thrusfield M., C. Ortega, I. de Blas, JP. Noordhuizen, K. Frankena. 2001. WIN EPISCOPE 2.0: improved epidemiological software for veterinary medicine. **The Veterinary Record**. 148: 567-72.

สาขาสัตวแพทยศาสตร์

Subject: Veterinary Medicine

ภาคโปสเตอร์

Poster Presentation



การศึกษาเบื้องต้นของความชุกต่อเชื้อ *Encephalitozoon cuniculi* จากซีรัมกระต่ายเนื้อ

Preliminary study on *Encephalitozoon cuniculi* seroprevalence from meat rabbits

อรรถวิทย์ โกวิทวที[1*] สิริลักษณ์ จาละ[2] ดุษฎี แก้ววงษ์วาลย์[2] ปรีดา เลิศวัชระสารกุล[3] และ พรชัย สัญฐิติเสรี[4]

Attawit Kovitvadhi[1*], Siriluk Jala[2], Duessadee Kawvongvan[2], Preeda Lertwatcharasarakul[3] and Pornchai Sanyathitiseree[4]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือสำรวจความชุกของแอนติบอดีต่อเชื้อ *Encephalitozoon cuniculi* (*E. cuniculi*) ในซีรัมกระต่าย กลุ่มประชากรที่ศึกษาคือ กระต่ายเนื้อในจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี และเพชรบุรี โดยเก็บตัวอย่างเลือดระหว่างกระบวนการฆ่าจำนวน 88 ตัวอย่าง เพื่อนำตัวอย่างซีรัมมาตรวจหาแอนติบอดีต่อเชื้อ ความชุกของแอนติบอดีต่อเชื้อ *E. cuniculi* ในซีรัมกระต่ายเนื้อของกลุ่มประชากรที่ศึกษาเท่ากับร้อยละ 47.7 โดยแบ่งเป็นจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี และเพชรบุรี ที่ร้อยละ 33.3, 39.5, 80.0 และ 81.8 ตามลำดับ โดยพบว่าความชุกของแอนติบอดีต่อเชื้อ *E. cuniculi* ในจังหวัดสุพรรณบุรี และเพชรบุรีมีค่ามากกว่าจังหวัดกาญจนบุรี และราชบุรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยผลการศึกษาเบื้องต้นนี้สามารถนำไปคำนวณขนาดตัวอย่างและใช้เป็นข้อมูลสำหรับวางแผนควบคุมและป้องกันโรคต่อไป

ABSTRACT

The survey of *Encephalitozoon cuniculi* (*E. cuniculi*) seroprevalence in rabbits was the objective of this study. Meat rabbits in Kanchanaburi, Ratchaburi, Suphan Buri and Phetchaburi provinces were a study population. Blood samples (n=88) were collected during slaughtering process to evaluate the *E. cuniculi* antibody. Seroprevalence of *E. cuniculi* was 47.7% in this study population which they were 33.3, 39.5, 80.0 and 81.8% in Kanchanaburi, Ratchaburi, Phetchaburi and Suphan Buri provinces, respectively. Seroprevalence in Suphan Buri and Phetchaburi provinces were higher than Kanchanaburi and Ratchaburi provinces ($P<0.05$). The preliminary results can be used to calculate sample size and perform the control and prevention program in further research studies.

Key words: *Encephalitozoon cuniculi*, Prevalence, Rabbit, Serology, Thailand

* Corresponding author; e-mail address: **fvetawk@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการทางสัตวแพทย์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

[2]Center of Veterinary Research and Service, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

[3]ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

[3]Department of Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

[4]ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

[4]Department of Large Animal and Wildlife Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

คำนำ

Encephalitozoon cuniculi (*E. cuniculi*) เป็นโปรโตซัวในกลุ่ม Microsporidia อาศัยอยู่ในเซลล์แบบถาวร สร้างสปอร์ซึ่งเป็นระยะติดต่อ และก่อโรคแบบฉวยโอกาส มักพบรายงานติดเชื้อในกระต่ายเป็นหลักแต่สามารถพบได้ในสัตว์หลายชนิด การติดเชื้อเกิดจากการกินสปอร์ที่ปนเปื้อนออกมาจากปัสสาวะของกระต่ายที่ติดเชื้อ อาการทางคลินิกจะแสดงออกเป็น 3 กลุ่มคือ อาการทางระบบประสาท การมองเห็นและขับถ่ายปัสสาวะ ซึ่งอาจพบอาการเพียงระบบเดียวหรือหลายระบบร่วมกัน แต่ส่วนมากกระต่ายที่ติดเชื้อมักไม่แสดงอาการทางคลินิกดังกล่าว (Lertwatcharasarakul *et al*., 2012) ดังนั้นการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการจึงมีความจำเป็นเพื่อยืนยันการติดเชื้อ การตรวจหาเชื้อสามารถแบ่งออกได้สองประเภทหลักคือ การตรวจหาแอนติเจนหรือตัวเชื้อและการตรวจหาแอนติบอดีหรือการตอบสนองต่อการติดเชื้อทางซีรัมวิทยา ส่วนใหญ่จะสามารถตรวจพบตัวเชื้อได้จากอวัยวะภายในของกระต่ายที่ตาย การนำตัวอย่างปัสสาวะหรืออุจจาระจากสัตว์ที่ติดเชื้อมาตรวจสอบอาจส่งผลให้เกิดผลลบลวงสูงเนื่องจากยังไม่มีรายงานแน่ชัดเกี่ยวกับการขับออกของเชื้อในกระต่ายที่ติดเชื้อ จากปัญหาดังกล่าวจึงมีการพัฒนาวิธีการตรวจทางซีรัมวิทยาคือ Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), Indirect immunofluorescent antibody assay (IFA) และ Carbon immunoassay (CIA) โดยพบว่าวิธีทั้งสามให้ความแม่นยำไม่แตกต่างกัน (Boot *et al*., 2000) ดังนั้นวิธี ELISA จึงถูกเลือกมาใช้ในการสำรวจนี้

การสำรวจทางซีรัมวิทยาของการติดเชื้อ *E. cuniculi* ในฟาร์มกระต่ายเนื้อพบว่ามีความชุกอยู่ที่ร้อยละ 31.6 และ 35.6 ในสาธารณรัฐอิตาลีและสาธารณรัฐเช็กตามลำดับ (Santaniello *et al*., 2009; Neumayerová *et al*., 2014) ส่วนแคว้นเวเนโตที่อยู่ทางตอนเหนือของสาธารณรัฐอิตาลีพบว่ามีความชุกของเชื้ออยู่ที่ร้อยละ 75.4 (Lonardi *et al*., 2013) นอกจากนี้ความชุกของการติดเชื้อในกระต่ายสวยงามมีค่าที่ร้อยละ 63.5, 67.8, 22.6, 81.7 และ 59.6 ในประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน สาธารณรัฐเกาหลี สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล และสาธารณรัฐอิตาลีตามลำดับ (Igarashi *et al*., 2008; Tee *et al*., 2011; Shin *et al*., 2014; Baldotto *et al*., 2015; Lavazza *et al*., 2016) สำหรับประเทศไทยมีการตรวจพบเชื้อในฟาร์มกระต่ายเนื้อและกระต่ายสวยงาม (Lertwatcharasarakul *et al*., 2012) รวมทั้งมีรายงานความชุกของเชื้อดังกล่าวจากการตรวจทางซีรั่มวิทยามีค่าที่ร้อยละ 34.5 จากกระต่ายที่เข้ารักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน (Polpruksa *et al*., 2011) กระต่ายที่ติดเชื้อจะมีสุขภาพที่ทรุดโทรมลง นอกจากนี้มนุษย์ที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องสามารถติดเชื้อชนิดนี้ได้ (Lavazza *et al*., 2016) จากสถานการณ์ดังกล่าวส่งผลให้ผู้เลี้ยงกระต่าย ฟาร์มกระต่ายเนื้อและกระต่ายสวยงาม รวมทั้งสัตวแพทย์พึงตระหนักถึงภาวการณ์ของการระบาดของเชื้อชนิดนี้

กระต่ายถูกผลิตในเชิงเศรษฐกิจเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนที่ดีต่อสุขภาพ ซึ่งได้รับความนิยมในหลายประเทศรวมทั้งในประเทศไทย โดยมีฐานการผลิตที่สำคัญในจังหวัดกาญจนบุรี เพชรบุรี ราชบุรี และสุพรรณบุรี (Kovitvadhi *et al*., 2016) ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีจุดประสงค์เพื่อสำรวจหาความชุกของเชื้อ *E. cuniculi* ทางซีรั่มวิทยาในพื้นที่ศึกษา และแต่ละจังหวัดซึ่งเป็นองค์ความรู้พื้นฐานสำหรับนำไปใช้วางแผนควบคุม และป้องกันโรคในระดับฟาร์ม จังหวัด และประเทศ โดยการสำรวจนี้เป็นการสำรวจเบื้องต้นเพื่อประเมินสถานการณ์ และเป็นข้อมูลเพื่อนำไปใช้คำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อศึกษาความชุกในเครือข่ายกระต่ายเนื้อของประเทศไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

กลุ่มประชากรที่ศึกษา

กลุ่มประชากรที่ศึกษาในการทดลองนี้คือ กระต่ายเนื้อระยะเข้าฆ่าโดยมีอายุและน้ำหนักอยู่ในช่วง 180-250 วันและ 1,500-2,200 กรัม ตามลำดับ โดยเป็นกระต่ายที่เพาะพันธุ์ในจังหวัดกาญจนบุรี เพชรบุรี ราชบุรี และสุพรรณบุรี กระต่ายจะถูกนำมาส่งที่โรงฆ่ามาตรฐานในจังหวัดกาญจนบุรี และนครปฐม โดยกระต่ายทุกตัวจะมีข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งที่มาและไม่มีอาการทางคลินิกที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อ *E. cuniculi* หรืออาการอื่น ดำเนินการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified sampling) โดยกำหนดให้จังหวัดเป็นชั้นภูมิ ซึ่งเก็บตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 88 ตัวอย่าง โดยใช้ระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม 2558#โดยสุ่มตัวอย่างกระต่ายแบบระบบ (Systematic sampling) ห่างกันครั้งละ 10 ตัว ตามลำดับเข้าฆ่า โดยมีจำนวนกระต่ายที่เข้าฆ่าในช่วงระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างจำนวน 880 ตัว ประกอบด้วยกระต่ายจากจังหวัดกาญจนบุรี เพชรบุรี ราชบุรี และสุพรรณบุรีจำนวน 240, 110, 430 และ 100 ตัวตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามอัตราส่วนของกระต่ายที่เข้าโรงฆ่า

วิธีการเก็บ และเตรียมตัวอย่างซีรัม

กระต่ายเนื้อที่เข้าโรงฆ่ามาตรฐานถูกทำให้สลบด้วยการกระแทกของวัตถุไม่มีคมที่กึ่งกลางกะโหลก จากนั้นจึงทำการเมตตาฆาต โดยกระบวนการดังกล่าวปฏิบัติตามมาตรฐาน (American veterinary medical association, 2013) ระหว่างกระบวนการปล่อยเลือดให้ออกจากร่างกาย นำหลอดปลอดเชื้อขนาด 15 มิลลิลิตร รองเลือดจากหลอดเลือดดำใหญ่ช่วงคอ (Jugular vein) ที่ขาดออกให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นตั้งหลอดไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เพื่อให้เลือดแข็งตัวเป็นเวลา 15-30 นาที จากนั้นเก็บรักษาในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการให้ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2000g (Eppendorf, NY, USA) เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนของน้ำใสที่อยู่เหนือตะกอน (Supernatant) มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อรอการตรวจหาแอนติบอดีต่อไป

การตรวจหาแอนติบอดีต่อเชื้อ *E. cuniculi*

การตรวจหาแอนติบอดีต่อเชื้อ *E. cuniculi* ตรวจด้วยวิธี ELISA ซึ่งใช้ชุดทดสอบของบริษัท Medicago (Uppsala, Sweden) โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้ นำ 96 well microplates ที่เคลือบด้วยแอนติเจนของเชื้อ *E. cuniculi* มาล้างด้วย Phosphate buffer saline–Tween (PBS-T) จากนั้นเติมตัวอย่างซีรั่มปริมาตร 100 ไมโครลิตร ที่เจือจางด้วย PBS-T ในอัตราส่วน 1:40 รวมทั้งตัวควบคุมบวก (Positive control) และลบ (Negative control) โดยทำตัวอย่างละสองซ้ำ จากนั้นคลุมเพลทด้วยพาราฟินแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที หลังครบเวลาบ่ม ให้นำไปล้างด้วย 350 ไมโครลิตร 1XPBST จำนวน 3 ครั้ง แล้วเติม Diluted HRP-conjugated secondary antibody ปริมาณ 100 ไมโครลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วล้างเพลทดังขั้นตอนข้างต้น จากนั้นเติม TMB liquid substrate ปริมาณ 100 ไมโครลิตร แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เมื่อครบเวลาให้เติม Stop solution ปริมาณ 50 ไมโครลิตร เพื่อหยุดปฏิกิริยา แล้วนำไปอ่านค่าดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร โดยกำหนดให้ตัวควบคุมลบเป็น blank โดยค่าเฉลี่ยของการดูดกลืนแสงของตัวควบคุมลบควรมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0,200 และค่าการดูดกลืนแสงของกลุ่มควบคุมบวกควรมีค่ามากกว่า 0,800

การคำนวณและการวิเคราะห์ทางสถิติ

การแปลผล ELISA ทำโดยนำค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุมลบมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยถ้าตัวอย่างที่ตรวจสอบมีค่าดูดกลืนแสงมากกว่าผลรวมของค่าเฉลี่ยของตัวควบคุมลบและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสองเท่า ให้แปลผลว่าตัวอย่างดังกล่าวมีแอนติบอดีต่อเชื้อ *E. cuniculi* ส่วนถ้ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับผลรวมดังกล่าวให้รายงานว่าไม่มีแอนติบอดีต่อเชื้อที่ศึกษา จากข้อมูลดังกล่าวนำมาวิเคราะห์หาความชุกของโรคในแต่ละจังหวัด แล้วนำข้อมูลความชุกเปรียบเทียบระหว่างจังหวัดด้วยวิธี Chi-square test โดยถ้า Expected value น้อยกว่า 5 จะใช้วิธี Fisher's exact test แทน โดยการวิเคราะห์จะจับคู่ไปแต่ละจังหวัด การวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรม R (R Development Core Team, 2008) ด้วย package=FunChisq และกำหนดค่ายอมรับนัยสำคัญทางสถิติที่น้อยกว่า 0.05

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการตรวจหาแอนติบอดีของเชื้อ *E. cuniculi* ด้วยวิธี ELISA ในซีรัมกระต่ายเนื้อพบว่ามีความชุกในกลุ่มประชากรที่ศึกษาอยู่ที่ร้อยละ 47.7 (Table 1) ซึ่งมีค่าสูงกว่าในฟาร์มกระต่ายเนื้อของสาธารณรัฐอิตาลีและสาธารณรัฐเช็กที่มีค่าความชุกอยู่ที่ 31.6 และ 35.6 ตามลำดับ (Santaniello *et al*., 2009; Neumayerová *et al*., 2014) ปัจจัยด้านการจัดการฟาร์มที่มีระบบความปลอดภัยทางชีวภาพส่งผลให้ความชุกของแอนติบอดีต่อเชื้อน้อยกว่าการเพาะเลี้ยงแบบเกษตรกรรายย่อยโดยมีค่าที่ร้อยละ 14.1 และ 43.7 ตามลำดับ (Neumayerová *et al*., 2014) โดยระบบการจัดการฟาร์มของประเทศไทยไม่ได้ใช้ระบบเข้าหมดออกหมดเนื่องจากเป็นฟาร์มขนาดเล็กซึ่งเลี้ยงกระต่ายพ่อแม่พันธุ์และกระต่ายขุนรวมกัน ซึ่งแตกต่างจากประเทศดังกล่าว นอกจากนี้การสำรวจความชุกของเชื้อในสาธารณรัฐอิตาลีแคว้นเวเนโตที่มีความชุกมากถึงร้อยละ 75.4 ทางผู้วิจัยได้นำเสนอว่าการระบาดของเชื้อ *E. cuniculi* เป็นลักษณะของเชื้อประจำถิ่น (Lonardi *et al*., 2013) ซึ่งส่งผลให้ร้อยละการพบแอนติบอดีต่อเชื้อมีค่าสูงในกลุ่มประชากรที่ได้ศึกษา โดยกระต่ายที่ตรวจสอบในการสำรวจนี้ไม่แสดงอาการทางคลินิกซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ระดับความชุกของแอนติบอดีต่ำกว่ากระต่ายที่แสดงอาการทางคลินิกที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อ *E. cuniculi* ร่วมกับการเลี้ยงเพื่อเป็นสัตว์เลี้ยงซึ่งพบค่าความชุกทางซีรัมวิทยาอยู่ที่ร้อยละ 81.0 (Igarashi *et al*., 2008), 66.7 (Polpruksa *et al*., 2011), 93.8 (Tee *et al*., 2011), 61.5 (Baldotto *et al*., 2015) และ 70.7 (Lavazza *et al*., 2016) ความชุกในจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี และเพชรบุรีอยู่ที่ร้อยละ 33.3, 39.5, 80.0 และ 81.8 ตามลำดับ โดยพบว่าความชุกในจังหวัดกาญจนบุรีและราชบุรีมีน้อยกว่าจังหวัดสุพรรณบุรีและเพชรบุรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังที่แสดงใน Table 1 ซึ่งน่าจะเป็นมาจากปัจจัยด้านต่างๆที่มีความแตกต่างกัน โดยมีรายงานว่าปัจจัยด้านการจัดการมีความสัมพันธ์กับความชุกของเชื้อ (Igarashi *et al*., 2008; Neumayerová *et al*., 2014) ส่วนปัจจัยเรื่องอายุและจำนวนของประชากรกระต่ายภายในฟาร์มยังไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ได้เนื่องจากมีการรายงานผลแตกต่างกันไปในแต่ละการสำรวจ (Santaniello *et al*., 2009; Lonardi *et al*., 2013; Shin *et al*., 2014; Baldotto *et al*., 2015; Lavazza *et al*., 2016) ดังนั้นการศึกษาต่อเนื่องด้วยการใช้ขนาดตัวอย่างที่ถูกต้องตามหลักระบาดวิทยาจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำเสนอได้อย่างถูกต้องหรือเปรียบเทียบระหว่างจังหวัด อย่างไรก็ตามผลการสำรวจพบว่าแนวโน้มของความชุกในจังหวัดกาญจนบุรีและราชบุรีมีค่าน้อยกว่าในจังหวัดสุพรรณบุรีและเพชรบุรี ดังนั้นการศึกษาค้นหา

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความชุกของเชื้อระหว่างสองพื้นที่ความชุกสูง และต่ำย่อมมีความสำคัญต่อการนำไปใช้เป็นข้อมูลในวางแผนควบคุมและป้องกันโรคในระดับฟาร์ม จังหวัด และประเทศต่อไป

Table 1 Seroprevalence of *Encephalitozoon cuniculi* in meat rabbits in Kanchanaburi, Ratchaburi, Suphan Buri and Phetchaburi provinces.

Provinces	ELISA test results			*P*-value[1/]		
	Positive	n	%	Kanchanaburi	Ratchaburi	Suphan Buri
Kanchanaburi	8	24	33.3	-	-	-
Ratchaburi	17	43	39.5	0.62	-	-
Suphan Buri	8	10	80.0	0.02	0.03	-
Phetchaburi	9	11	81.8	<0.01	<0.01	1.00
Total	42	88	47.7	-	-	-

1/ Chi-square test was used (Kanchanaburi vs Ratchaburi, Kanchanaburi vs Phetchaburi and Ratchaburi vs Phetchaburi) to evaluate statistic significant differences, whereas Fisher's exact test was performed when expected count was less than five (Kanchanaburi vs Suphan Buri, Ratchaburi vs Suphan Buri and Suphan Buri vs Phetchaburi).

สรุป

ผลการสำรวจความชุกเบื้องต้นของแอนติบอดีต่อเชื้อ *E. cuniculi* ในซีรัมกระต่ายเนื้อในกลุ่มประชากรที่ศึกษาจากการตรวจด้วยวิธี ELISA อยู่ที่ร้อยละ 47.7 และความชุกในจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี และเพชรบุรีอยู่ที่ร้อยละ 33.3, 39.5, 80.0 และ 81.8 ตามลำดับ โดยพบว่าความชุกของแอนติบอดีต่อเชื้อ *E. cuniculi* ในจังหวัดสุพรรณบุรีและเพชรบุรีมีค่ามากกว่าในจังหวัดกาญจนบุรีและราชบุรี โดยผลการทดลองนี้สามารถนำไปใช้คำนวณหาขนาดตัวอย่างตามหลักระบาดวิทยา รวมทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อศึกษาหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อความชุกของแอนติบอดีต่อเชื้อที่แตกต่างกัน ซึ่งจะสามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนควบคุม และป้องกันโรคต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิทยาการขั้นสูงเพื่อเกษตรและอาหาร ภายใต้โครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ (CASAF129) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย และเกษตรกรผู้เพาะพันธุ์กระต่ายในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี และเพชรบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

American veterinary medical association. 2013. **AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals.** American veterinary medical association, IL.

Baldotto, S. B., C. Cray, A. T. Giannico, L. Reifur and F. Montiani-Ferreira. 2015. Seroprevalence of *Encephalitozoon cuniculi* infection in pet rabbits in Brazil. **Journal of Exotic Pet Medicine** 24: 435-440.

Boot, R., A. K. Hansen, C. K. Hansen, N. Nozari and H. C. Thuis. 2000. Comparison of assays for antibodies to *Encephalitozoon cuniculi* in rabbits. **Laboratory Animals** 34: 281-289.

Igarashi, M., E. Oohashi, G. Dautu, A. Ueno, T. Kariya and K. Furuya. 2008. High seroprevalence of *Encephalitozoon cuniculi* in pet rabbits in Japan. **The Journal of Veterinary Medicine Sciences** 70: 1301-1304.

Kovitvadhi, A., P. Sanyathitiseree, L. Gasco and T. Rukkwamsuk. 2016. Meat rabbit production in Central, Western and Eastern Thailand: Social network and current status, pp. 403. ***In*** **Proceeding of the 11th World Rabbit Congress**. World Rabbit Science Association, Qingdao, China.

Lavazza, A., M. Chiari, C. Nassuato, D. Giardiello, C. Tittarelli and G. Grilli. 2016. Serological investigation on *Encephalitozoon cuniculi* in pet rabbits in North-Central Italy. **Journal of Exotic Pet Medicine** 25: 52-59.

Lertwatcharasarakul, P., A. Kovitvadhi, K. Aiemsumaung, B. Piempinseat, P. Dittawong, W. Sinsuwonkwat, S. Phatthanakunanan, S. Jala, A Thayananuphat and P Sanyathitiseree 2012. Polymerase chain reaction base-prevalence of *Encephalitozoon cuniculi* in meat rabbits, pp. 137. ***In*** **Procceding of the 37th International Conference on Veterinary Science**. Thai Veterinary Medical Association under the Royal Patronage, Nonthaburi, Thailand.

Lonardi, C., G. Grilli, V. Ferrazzi, M. D. Cin, D. Rigolin and A. Piccirillo. 2013. Serological survey of *Encephalitozoon cuniculi* infection in commercially reared rabbit does in Northern Italy. **Research in Veterinary Science** 94: 295-298.

Neumayerová, H., J. Juránková, E. Jeklová, H. Kudlácková, M. Faldyna, K. Kovarcík, E. Jánová and B. Koudela. 2014. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* and *Encephalitozoon cuniculi* in rabbits from different farming systems. **Veterinary Parasitology** 204: 184-190.

Polpruksa, P., T. Seidkhuntod, O. Boodde, C. Lekcharoensuk and A. Thayananuphat. 2011. Serological survey of *Encephalitozoon cuniculi* in pet rabbits at Kasetsart University Veterinary Teaching Hospital. **Journal of the Thai Veterinary Medical Association under the Royal Patronage** 62: 46-54.

R Development Core Team. 2008. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Austria.

Santaniello, A., L. Dipineto, L. Rinaldi, L. M. Francesca, G. Cringoli and A. Fiorett. 2009. Serological survey of *Encephalitozoon cuniculi* in farm rabbits in Italy. **Research in Veterinary Science** 87: 67-69.

Shin, J., D. Kim, S. Kim, S. Kim and K. Song. 2014. Seroprevalence of *Encephalitozoon cuniculi* in pet rabbits in Korea. **The Korean Journal of Parasitology** 52: 321-323.

Tee, K. Y., J. P. Kao, H. Y. Chiu, M. H. Chang, J. H. Wang, K. C. Tung, F. P. Cheng and J. T. Wu. 2011. Serological survey for antibodies to *Encephalitozoon cuniculi* in rabbits in Taiwan. **Veterinary Parasitology** 183: 68-71.

ความสัมพันธ์ของระดับ citric acid และ fructose ใน seminal plasma กับการเคลื่อนที่ของอสุจิในช้างเอเชีย

Correlations of Seminal Plasma Citric Acid and Fructose with Sperm Motility in Asian Elephant

สุดธิษา เหล่าเปี่ยม[1] สิทธิเดช มหาสาวังกุล[2] วิทย์ เลิศแสง[1] สุธี รัตนภิรมย์[1]
กาวิล นันท์กลาง[1] กรไชย กรแก้วรัตน์[1] เสรี กุญแจนาค[3] และ **อนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์**[1*]
Sudthisa Laopiem[1], Sittidet Mahasawangkul[2], Wit Leartsang[1], Sutee Rattanapirom[1],
Gavin Nunklang[1], Kornchai Kornkaewrat[1], Seri Koonjaenak[3] and **Anuchai Pinyopummin**[1*]

บทคัดย่อ

ศึกษาระดับของ citric acid และ fructose ใน seminal plasma (SP) ของน้ำเชื้อช้างเอเชีย ใช้ตัวอย่างน้ำเชื้อทั้งหมด 68 ตัวอย่างจากช้าง 9 เชือก ผลการศึกษาพบว่า น้ำเชื้อช้างแต่ละเชือกมีร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ (mean±SE) ต่างกัน ($p<0.05$) (6.7±3.3 – 60.0±5.8) แต่มีระดับของ citric acid ใกล้เคียงกัน (3.2±0.2 mg/mL – 4.5±0.6 mg/mL) ในขณะที่พบความแตกต่าง ($p<0.05$) ของระดับ fructose (4.3±1.3 mmol/L – 12.6±2.0 mmol/L) เมื่อแบ่งกลุ่มน้ำเชื้อตามร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ (กลุ่ม 1: น้อยกว่า 30, กลุ่ม 2: 30 – 59 และ กลุ่ม 3: ตั้งแต่ 60 ขึ้นไป) พบว่าระดับ citric acid และ fructose ของน้ำเชื้อแต่ละกลุ่มไม่ต่างกัน ทั้งนี้ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนของระดับ citric acid และ fructose กับร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่เท่ากับ 0.052 ($p = 0.67$) และ 0.092 ($p = 0.45$) ตามลำดับ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าในช้างเอเชีย ระดับ citric acid และ fructose ใน SP ไม่มีความสัมพันธ์กับร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่

ABSTRACT

The concentrations of citric acid and fructose in seminal plasma (SP) of Asian elephant were determined. Semen samples (n = 68) from 9 males were studied. There were difference ($p<0.05$) in the motile sperm (%; mean±SE) among males (6.7±3.3 – 60.0±5.8). However, the citric acid levels were similar (3.2±0.2–4.5±0.6 mg/mL), while the different ($p<0.05$) levels of fructose (4.3±1.3 – 12.6±2.0 mmol/L) were observed among males. When semen samples were grouped as 1) <30 %, 2) 30-59 % and 3) ≥ 60 % motile sperm, the levels of citric acid and fructose were not different among groups. Spearman rank correlation coefficient of citric acid and fructose with the motile sperm were 0.052 ($p = 0.67$) and 0.092 ($p = 0.45$), respectively. This study indicated that in Asian elephant, SP citric acid and fructose had no correlations with sperm motility.

Keywords: citric acid, fructose, seminal plasma, sperm motility, Asian elephant

* Corresponding author; e-mail address: **fvetacp@ku.ac.th**

[1] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[1] Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

[2] สถาบันคชบาลแห่งชาติ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จ. ลำปาง 52190

[2] The National Elephant Institute, The Forest Industry Organization, Lampang 52190, Thailand,

[3] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3] Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

คำนำ

น้ำเชื้อประกอบด้วยอสุจิและน้ำเลี้ยงอสุจิ (seminal plasma; SP) โดย SP เป็นสิ่งคัดหลั่งจากต่อมช่วยสืบพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น โปรตีน สารให้พลังงาน และสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ (Gurupriya *et al*., 2014; Juyena and Stelletta, 2012; Katila and Kareskoski, 2006) ในการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาคุณภาพน้ำเชื้อของช้างเอเชีย (*Elephas maximus*) แบบแช่เย็น พบว่า SP ช่วยรักษาคุณภาพน้ำเชื้อโดยเฉพาะการเคลื่อนที่ของอสุจิ (สิทธิเดช และคณะ 2557) การสามารถใช้ SP เดิม โดยไม่จำเป็นต้องใช้ SP จากน้ำเชื้อของตัวผู้ตัวอื่น (กรไชย และคณะ 2558) รวมทั้ง การเจือจางน้ำเชื้อในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อ (สุธี และคณะ 2559) แสดงให้เห็นถึงบทบาทของ SP ต่อการเก็บรักษาน้ำเชื้อในช้างเอเชีย

ในการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ช้างเลี้ยงส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำเชื้อต่ำ โดยเฉพาะร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ (นิกร และคณะ 2544; O'Brien *et al*., 2013) โดยน้ำเชื้อช้างที่มีร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่สูง อาจมีระดับความเข้มข้นของสารบางอย่างใน SP เช่น total protein, zinc, calcium และ alkaline phosphatase แตกต่างจากน้ำเชื้อที่มีร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ต่ำ (มานะกร และคณะ 2555; Thongtip *et al*., 2008; Sivilaikul *et al*., 2010) ทั้งนี้ รวมไปถึงระดับความเข้มข้นของ creatine phosphokinase, alanine aminotransferase, phosphorus, sodium, chloride, magnesium, glucose และ lactotransferrin (Kiso *et al*., 2013)

สารเจือจางน้ำเชื้อ (extender) เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการรักษาคุณภาพน้ำเชื้อ (Pickett and Amann, 1987; Purdy, 2006) ซึ่งส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญ คือ citric acid และ fructose โดย citric acid ช่วยในการเป็น buffer รักษาสภาพความเป็นกรด-ด่าง และ fructose เป็นแหล่งพลังงานสำหรับอสุจิ อย่างไรก็ตาม เท่าที่ทราบยังไม่พบรายงานความเข้มข้นของสารดังกล่าวในน้ำเชื้อช้าง ทั้งนี้ในน้ำเชื้อที่หลั่งออกมา จะพบสารดังกล่าวในระดับหนึ่ง โดยพบว่ามาจากต่อมช่วยสืบพันธุ์ส่วน seminal vesicles (Mann, 1946; Humphrey and Mann, 1949; Bonet et al., 2013; Prins and Lindgren, 2015)

การศึกษานี้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ในน้ำเชื้อช้าง และความสัมพันธ์ของสารดังกล่าวกับการเคลื่อนที่ของอสุจิ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอาจช่วยในการพัฒนาสารเจือจางน้ำเชื้อที่เหมาะสมกับช้างมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ช้าง

ช้างเอเชียตัวผู้ 9 เชือก อายุประมาณ 20 – 35 ปี เลี้ยงอยู่ที่ ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย สถาบันคชบาลแห่งชาติ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จ. ลำปาง ทำการรีดเก็บน้ำเชื้อระหว่างเดือนมกราคม 2556 ถึงเดือนพฤษภาคม 2557 โดยรีดเก็บเฉลี่ยเดือนละ 1 ครั้ง

การรีดเก็บน้ำเชื้อและการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ

การรีดเก็บน้ำเชื้อ ทำโดยวิธีนวดส่วน ampullae ผ่านทางทวารหนัก (Schmitt and Hildebrandt, 1998) น้ำเชื้อที่ปนเปื้อนปัสสาวะจะไม่นำมาศึกษา

ทำการประเมินร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (phase contrast microscope) กำลังขยาย 100-400 เท่า โดยนักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ 2 คน ทั้งนี้ในการศึกษานี้ ใช้ร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่เป็นหลักในการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ

การเก็บตัวอย่าง seminal plasma (SP)

หลังการประเมินร้อยละของอสุจิที่มีการเคลื่อนที่ ทำการปั่นเหวี่ยงน้ำเชื้อที่ 1600*xg* เป็นเวลา 20 นาที และดูดเฉพาะส่วน supernatant ซึ่งเป็นส่วน SP เก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส สำหรับนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ต่อไป

การตรวจวิเคราะห์ความเข้มข้นของ citric acid และ fructose

การตรวจวิเคราะห์ความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ใช้ชุดตรวจสอบ Citric Acid Test (FertiPro, N.V., Belgium) และ Fructose Assay Kit (Abcam, UK) ตามวิธีการในเอกสารที่แนบมากับชุดตรวจสอบ โดยในกรณีของ citric acid จะวิเคราะห์จากค่า optical density (OD)(405 nm) ของความเข้มสีที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{3+}-ions และ citrate และในส่วนของ fructose จะมีการทำให้ free fructose เปลี่ยนไปเป็น β-glucose ก่อนที่จะถูกเปลี่ยนไปเป็นสารที่สามารถทำปฏิกิริยากับ OxiRed Probe ซึ่งทำให้เกิดสี แล้วตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของสารจากค่า OD (570 nm) ที่อ่านได้

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ ความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ระหว่างช้างรายเชือก วิเคราะห์โดย one-way analysis of variance และ Fisher's LSD Multiple-Comparison Test การเปรียบเทียบความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ระหว่างกลุ่มน้ำเชื้อแยกตามร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ (กลุ่ม 1: น้อยกว่า 30, กลุ่ม 2: 30-59 และ กลุ่ม 3: ตั้งแต่ 60 ขึ้นไป) วิเคราะห์โดยวิธี Kruskal-Wallis และ Dunn's Tests และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ citric acid และ fructose กับร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ โดยใช้ Spearman's correlation ทั้งนี้การวิเคราะห์ทั้งหมดกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

Table 1 Sperm motility and the concentrations of citric acid and fructose in seminal plasma in individual Asian elephant males (E2 – E11) (mean±SEM)

Parameters	E2	E3	E4	E5	E6	E8	E9	E10	E11	*p* value
No. ejaculates	6	7	10	14	3	9	8	8	3	
Sperm motility (%)	52.5±5.7 ^{a}	38.6±8.6 ^{ab}	37.0±7.0 ^{ab}	13.9±4.3 ^{c}	60.0±5.8 ^{a}	44.4±10.6 ^{a}	11.9±7.7 ^{c}	18.7±7.0 ^{bc}	6.7±3.3 ^{c}	0.0001
Citric acid (mg/mL)	3.8±0.2	4.0±0.3	3.5±0.2	3.8±0.2	3.9±0.5	3.6±0.2	3.2±0.2	3.3±0.2	4.5±0.6	0.1353
Fructose (mmol/L)	9.3±2.2 ^{abc}	10.4±1.8 ^{ab}	9.4±1.5 ^{ab}	8.7±1.2 ^{abc}	11.2±0.3 ^{ab}	7.1±1.6 ^{bc}	12.6±2.0 ^{a}	4.9±0.7 ^{c}	4.3±1.3 ^{c}	0.0344

a,b,c – values in the same row were differ significantly

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ และความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ใน SP ของช้างรายตัว

ผลการศึกษาแสดงใน Table 1 โดยพบความแตกต่างของร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ (6.7±3.3 – 60.0±5.8) และระดับความเข้มข้นของ fructose (4.3±1.3 mmol/L – 12.6±2.0 mmol/L) ใน SP ของช้างแต่ละเชือก ขณะที่ความเข้มข้นของ citric acid (3.2±0.2 mg/mL – 4.5±0.6 mg/mL) ไม่แตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ใน SP แยกตามกลุ่มร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่

ผลการศึกษาแสดงใน Table 2 แม้ว่าร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ (6.9±1.2 – 67.5±1.9) ของน้ำเชื้อแต่ละกลุ่มต่างกันอย่างชัดเจน แต่ระดับความเข้มข้นของ citric acid (3.5±0.1 mg/mL – 3.8±0.2 mg/mL) และ fructose (7.7±0.8 mmol/L – 10.1±1.1 mmol/L) ใน SP ไม่แตกต่างกัน

Table 2 The concentrations of citric acid and fructose in seminal plasma of Asian elephant semen samples with different sperm motility (mean±SEM)

Parameters	Sperm motility			*p* value
	< 30 %	30 – 59 %	≥ 60 %	
No. ejaculates	34	20	14	
Mean motility (%)	6.9±1.2 [c]	40.7±1.9 [b]	67.5±1.9 [a]	0.0001
Citric acid (mg/mL)	3.7±0.1	3.5±0.1	3.8±0.2	0.6647
Fructose (mmol/L)	7.7±0.8	10.1±1.1	9.3±1.3	0.2267

a,b,c – values in the same row were differ significantly

ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ใน SP กับการเคลื่อนที่ของอสุจิ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของระดับ citric acid และ fructose กับร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่เท่ากับ 0.052 (p = 0.672) และ 0.092 (p = 0.452) ตามลำดับ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้แสดงถึงการไม่มีความสัมพันธ์กับร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่

การศึกษานี้แสดงถึงระดับความเข้มข้นของ citric acid (3.2-4.5 mg/mL หรือ 32-45 mg/dL) ใน SP ของน้ำเชื้อช้างเอเชีย เมื่อเปรียบเทียบกับของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอื่นๆ เช่น โค (150-900 mg/dL) แกะ (150-600 mg/dL) แพะ (875 mg/dL) กระบือ (368-815 mg/dL) สุกร (173 mg/dL) ม้า (8-53 mg/dL) อูฐ (9.8 mg/dL) alpaca (4.3 mg/dL) และ คน (376 mg/dL) (Garner and Hafez, 2000; Juyena and Stelletta, 2012; Kershaw-Young and Maxwell, 2012) พบว่าจะมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับของม้า ส่วนระดับ fructose ของน้ำเชื้อช้าง (4.3-12.6 mmol/L หรือ 77-227 mg/dL) เมื่อเปรียบเทียบกับของน้ำเชื้อโค (340-1150 mg/dL) แกะ (110-260 mg/dL) กระบือ (440-444 mg/dL) สุกร (9 mg/dL) ม้า (2 mg/dL) อูฐ (23.5 mg/dL) alpaca (5.0 mg/dL) และ คน (200 mg/dL) (Garner and Hafez, 2000; Juyena and Stelletta, 2012; Kershaw-Young and Maxwell, 2012) แล้ว จะมีค่าใกล้เคียงกับของแกะและคน อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบจะมีความแม่นยำ

มากขึ้น หากพิจารณาใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์ความเข้มข้นแบบเดียวกัน นอกจากนั้น การไม่พบความสัมพันธ์ของทั้ง citric acid และ fructose กับการเคลื่อนที่ของอสุจิ อาจแสดงถึงการเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในน้ำเชื้อ ที่สามารถหลั่งมาจาก seminal vesicles ได้ในกระบวนการรีดเก็บน้ำเชื้อ ซึ่งการไม่มีความความสัมพันธ์กันนี้ พบได้เช่นเดียวกับในคน (Elzanaty, 2007; Said et al., 2009)

สรุป

การศึกษานี้แสดงถึงระดับความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ใน SP ของน้ำเชื้อช้างเอเชีย โดยทั้งระดับความเข้มข้นของ citric acid และ fructose ไม่มีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของอสุจิ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจาก สถาบันคชบาลแห่งชาติ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จ. ลำปาง และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขอขอบคุณ สพ.ญ. สุพาที กิจค้า ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

กรไชย กรแก้วรัตน์ สิทธิเดช มหาสาวังกุล เพชรธิศักดิ์ สมบัติภูธร ปิยวรรณ สุธรรมาภินันท์ วิทย์ เลิศแสง สุธี รัตนภิรมย์ สุพาที กิจค้า และ อนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์. 2558. ผลของ Seminal Plasma จากช้างเอเชียเชือกอื่นต่อคุณภาพของอสุจิช้างเอเชียในการเก็บรักษาแบบแช่เย็น. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่** 53 สาขาสัตวแพทยศาสตร์ 3-6 กุมภาพันธ์ 2558. หน้า 1031-1039.

นิกร ทองทิพย์ พรชัย สัญฐิติเสรี มังกร ดำยัง วุฒิวงศ์ ธีระพันธ์ ปิยวรรณ สุธรรมาภินันท์ สิทธิเดช มหาสาวังกุล ทวีโภค อังควาณิช ศรัณย์ จันทร์สิทธิเวช และ อนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์. 2544. การศึกษาเบื้องต้นถึงลักษณะน้ำเชื้อของช้างเลี้ยงในประเทศไทย. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่** 39 สาขาสัตวแพทยศาสตร์ 5-7 กุมภาพันธ์ 2544. หน้า 312-315.

มานะกร สุขมาก พิชนันท์ ลีฬหรัตนรักษ์ เมธยา ชิตาภรณพันธุ์ สิทธิเดช มหาสาวังกุล สิทธวีร์ ทองทิพย์ศิริเดช. 2555. ความสัมพันธ์ระหว่าง Alkaline phosphatase, Gamma glutmyltransferase, Potassium, Blood urea nitrogen และ Creatinine ในน้ำเลี้ยงเซลล์อสุจิกับเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของเซลล์อสุจิในช้างเอเชีย. **วารสารสัตวแพทย์** 22:23-34.

สิทธิเดช มหาสาวังกุล กรไชย กรแก้วรัตน์ เพชรธิศักดิ์ สมบัติภูธร ปิยวรรณ สุธรรมาภินันท์ วิทย์ เลิศแสง สุธี รัตนภิรมย์ สุพาที กิจค้า และ อนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์. 2557. Seminal Plasma มีผลต่อคุณภาพของอสุจิช้างเอเชียในการเก็บรักษาอสุจิแบบแช่เย็น. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่** 52 สาขาสัตวแพทยศาสตร์ 4-7 กุมภาพันธ์ 2557 หน้า 318-326.

สุธี รัตนภิรมย์ สิทธิเดช มหาสาวังกุล วิทย์ เลิศแสง เพชรธิศักดิ์ สมบัติภูธร กาวิล นันท์กลาง กรไชย กรแก้วรัตน์ สุดธิษา เหล่าเปี่ยม สุพาที กิจค้า และ อนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์ 2559. ผลของการเจือจางน้ำเชื้อต่อ

คุณภาพของอสุจิช้างเอเชียในการเก็บรักษาแบบแช่เย็น **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54** สาขาสัตวแพทยศาสตร์ 2-5 กุมภาพันธ์ 2559 หน้า 571-578.

Bonet, S., E. Garcia, L. Sepúlveda. 2013. The boar reproductive system. In: **Boar Reproduction**. S. Bonet, I. Casas, W.V. Holt, M. Yeste (eds). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 65-107.

Elzanaty, S. 2007. Association between age and epididymal and accessory sex gland function and their relation to sperm motility. **Archives of Andrology** 53:149-156.

Garner, D.L., E.S.E. Hafez. 2000. Spermatozoa and seminal plasma. In: **Reproduction in Farm Animals**, 7th Edition. B. Hafez, E.S.E. Hafez (eds). Lippincott Williams & Wilkins, pp. 96-109.

Gurupriya, V.S., S.C. Roy, K. Dhama, D. Gopinath, V. Rekha, P.B. Aswathi, K.J. John, A. Gopalakrishnan. 2014. Proteases and proteases inhibitors of semen – A review. **Advances in Animal and Veterinary Sciences** 2:447-456.

Humphrey, G.F., T. Mann. 1949. Studies on the metabolism of semen. 5. Citric acid in semen. **Biochemical Journal** 44:97-105.

Juyena, N.S., C. Stelletta. 2012. Seminal plasma: An essential attribute to spermatozoa. **Journal of Andrology** 33:536-551.

Katila, T., M. Kareskoski. 2006. Components of stallion seminal plasma and their influence on spermatozoa. **Pferdeheilkunde** 22:193-200

Kershaw-Young, C.M., W.M.C. Maxwell. 2012. Seminal plasma components in camelids and comparisons with other species. **Reproduction in Domestic Animals** 47:369-375.

Kiso, W.K., V. Selvaraj, J. Nagashima, A. Asano, J.L. Brown, D.L. Schmitt, J. Leszyk, A.J. Travis, B.S. Pukazhenthi. 2013. Lactotransferrin in Asian elephant (*Elephas maximus*) seminal plasma correlates with semen quality. **PLoS ONE** 8:e71033.

Mann, T. 1946. Studies on the metabolism of semen: 3. Fructose as a normal constituent of seminal plasma. Site of formation and function of fructose in semen. **Biochemical Journal** 40:481-491.

O'Brien, J.K., K.J. Steinman, G.A. Montano, C.C. Love, T.R. Robeck. 2013. Sperm DNA fragmentation and morphological degeneration in chilled elephant (*Elephas maximus* and *Loxodonta Africana*) semen collected by transrectal massage. **Andrology** 1:387-400

Pickett, B.W., R.P. Amann. 1987. Extension and storage of stallion spermatozoa: A review. **Journal of Equine Veterinary Science** 7:289-302

Prins, G.S., M. Lindgren. 2015. Accessory sex glands in the male. In: **Knobil and Neill's Physiology of Reproduction**, 4th Edition. T.M. Plant, A.J. Zeleznik (eds). Elsevier Inc., pp 773-804

Purdy, P.H. 2006. A review on goat sperm cryopreservation. **Small Ruminant Research** 63:215-225.

Said, L., I. Galeraud-Denis, S. Carreau, A. Saâd. 2009. Relationship between semen quality and seminal plasma components: alpha-glucosidase, fructose and citrate in infertile men compared with a normospermic population of Tunisian men. **Andrologia** 41:150-156.

Sivilaikul, S., A. Jitprom, A. Kularb, K. Kornkaewrut, P. Suthanmaphinuth, S. Mahasawangkul, K. Saikhun, W. Wajjwalku, S. Thongtipsiridech. 2010. Relationship between seminal and serum calcium concentration with semen quality in the Asian elephant (*Elephas maximus*). **Thai Journal of Veterinary Medicine** 40:251-255.

Thongtip, N., J. Saikhun, S. Mahasawangkul, K. Kornkaewrat, P. Pongsopavijitr, N. Songsasen, A. Pinyopummin. 2008. Potential factors affecting semen quality in the Asian elephant (*Elephas maximus*). **Reproductive Biology and Endocrinology** 6:9.

Quality Control Materials from Preserved Dog Blood for Routine Analysis by Automated Cell Analyzer

Pornphimon Metheenukul[1]*, Thitichai Jarudecha[1], Nitchanun Sinsongsaeng[1], Sakulchit Wichianchot[1] and Nut Pusuntisumpun[1]

ABSTRACT

Quality control of hematology laboratory is different to the other laboratory due to the use of living cells with automated cell analyzer. The instrument's quality control materials are provided by companies, but this is not acceptable. Because the preserved cells from these companies are not the same protocol and the data is not true value. The data obtained from preserved cells is in range. The specific quality has limited due to transportation of long distance and its expensive. Whole bloods from healthy dogs were collected and preserved with preservative reagents containing formaldehyde and glutaraldehyde. The stored blood samples were analyzed by BC-5300 VET (Mindray) automated cell analyzer. A hematology control is provided to evaluate the differences in hematological parameters including red blood cells (RBC), hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT), mean cell volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC). The preserved cells in this study can be useful with automated cell analyzer in hematology laboratory and lead to develop more efficient preservative.

Keywords: quality control material, automated cell analyzer, dog red blood cell

* Corresponding author; e-mail address: cvtppm@ku.ac.th

[1] Department of Veterinary Technology, Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

INTRODUCTION

Currently, the automated blood analyzer is the key in hematological laboratory. The need for quality control laboratory hematology is to ensure that the analysis is accurate, precise and reliable. Quality control of hematological laboratory is difference to the other laboratory which due to the use of living cellular components as standard and control for a calibration system. The cell preservation or preserved cell is usually used and suitable for automated blood analyzer. The quality materials are consisting of multiple cell types, such as humans, poultry, pigs and latex each lot expire within 4-6 weeks. The quality materials are recommended by companies producing automated blood analyzer but this approach is not acceptable. Because the production of cells that maintain or preserved cell of each company is different. The value of preserved cell is not an actual hematological data, but as the range. The operator must follow the instructions and complete the manual, and check the expiration of that solution (Douglas and Wardrop, 2006; Vattanaviboon *et al*., 2008). The quality specifications for use of the machine, which is valid for limited because the distance and transportation is expensive (Lewis *et al*., 2006; Vattanaviboon *et al*., 2008). Blood samples (fresh whole blood) can be used in quality control. Because blood is the ideal quality control material but were stable in the short term. The company manufactures most often produced from human blood as quality control material for automatic blood analyzer. There are not suitable for each animal to receive the actual hematological data. For this reason, the objective is to develop in-house quality control materials from red blood cell preservation as a quality control material for automated cell analyzer.

MATERIALS AND METHODS

1. Animals and Blood samples

Experiment procedures were approved by the Animal Usage and Ethics Committee, Kasetsart University, Thailand (ID no. ACKU 02058). Five dogs were housed indoors and maintained according to Kasetsart stray dog shelter project at Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. Blood was collected by leg venipuncture and placed into citrate-phosphate-dextrose (CPDA). The dogs were considered healthy based on physical examination and complete blood counting (CBC). All other chemicals were from Sigma (St. Louis, MO, USA).

2. Dog blood cell preservations

One mLs of CPDA blood from each sample without preservative were named as control and then kept in $4^{O}C$, invertly mixed in each day.

Three mLs of CPDA blood were taken from each sample to maintain the cells in three formula, as following.

Formula A: 6.75 mL formaldehyde, 0.75 mL glutaraldehyde 50% and 26 g trisodium citrate in 100 mL distilled water as described by Reardon *et al* (1991).

Formula B: 10 mL formaldehyde, 2 mL glutaraldehyde 50% in 100 mL phosphate buffer saline

Formula C: 10 mL formaldehyde, 2 mL glutaraldehyde 50% in 100 mL distilled water

The red blood cells were preserved by mixing 25 volume of blood with 1 volume of preservative mixtures. Preserved red blood cells were transferred in 12x75 mm test tube as opened vial (for repettitive use) and stored at 4°C. Each tube was mixed by inverting for one hour and then kept in 4°C for 7 days, invertly mixed in each day while, the final day, cells were mixed for 20 minutes.

4. Analysis by Automated Cell Analyzer

The preserved blood samples were analyzed by BC-5300 VET (Mindray) automated cell analyzer for one month, every other day. Blood samples were invertly mixed together before testing blood at least 10 times, and each time, taken care to avoid bubbles. The hematological parameters were evaluated. There were the determinations of red blood cell (RBC), hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT), mean cell volume (MCV), mean cell hemoglobin (MCH), mean cell hemoglobin concentration (MCHC). All conditions that make red blood cells with the above parameters remain constant throughout the trial period will be repeated 20 times. If blood clot happened, stop trials will be done because small clot might clog automated cell analyzer.

The mean, standard deviation (SD) and coefficient of variation (CV) were calculated. The Shewhart Chart or Levey-Jennings Control Chart is used for quality control for each parameter of the integrity of the blood (CBC) case. The results were compared with the mean ± 2SD for internal quality control criteria (Douglas and Wardrop, 2006).

RESULTS AND DISCUSSION

Glutaraldehyde and formaldehyde are selected as red blood cell preservative. Blood samples were taken from each sample to maintain the cells in three formulas, formula A, B and C.

Formula A: 6.75 mL formaldehyde, 0.75 mL glutaraldehyde 50% and 26 g trisodium citrate in 100 mL distilled water as described by Reardon *et al* (1991).

Formula B: 10 mL formaldehyde, 2 mL glutaraldehyde 50% in 100 mL phosphate buffer saline

Formula C: 10 mL formaldehyde, 2 mL glutaraldehyde 50% in 100 mL distilled water

The red blood cells were preserved by mixing 25 volume of blood with 1 volume of preservative mixtures.

Each tube was mixed by inverting for one hour and then kept in 4°C for 7 days, invertly mixed in each day while, the final day, cells were mixed for 20 minutes. Preserved red blood cells were transferred in 12x75 mm test tube as opened vial (for repeated use) and stored at 4°C. The color of control (non- preserved blood) and preserved blood were not different (Figure 1).

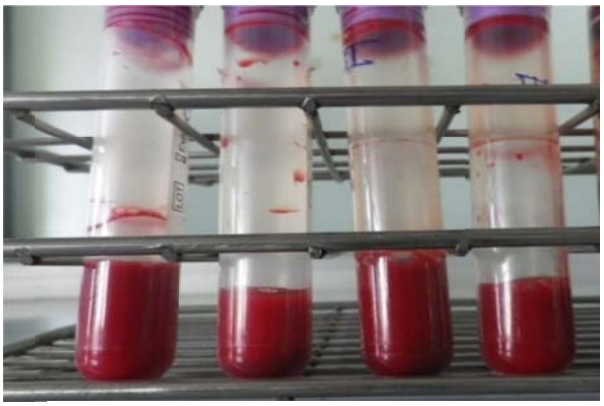


Figure 1 The control (non- preserved blood) and preserved blood, formula A, B and C

The hematological parameters were evaluated by BC-5300 VET (Mindray) automated cell analyzer for one month, every other day, as shown in Table 1. The red blood cell (RBC), hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT), mean cell volume (MCV), mean cell hemoglobin (MCH), mean cell hemoglobin concentration (MCHC) were determined. All conditions that remained constant throughout the trial period will be repeated 20 times.

The mean and standard deviation (SD) of mean cell volume (MCV), mean cell hemoglobin (MCH), mean cell hemoglobin concentration (MCHC) of control (non- preserved blood) and preserved blood were determined, as shown in Table 2. All conditions except MCHC of formula B remained in the normal range.

Table 1 Average of hematological parameters of control (non-preserved blood) and preserved blood* were analyzed by BC-5300 VET (Mindray) automated cell analyzer for one month, every other day.

Day	Condition	RBC ($x10^3$/uL)	HGB (g/dL)	HCT (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/dL)
1	Ctrl	6.19	14.87	41.12	66.49	24.05	36.17
	A	6.16	14.60	45.19	73.40	23.71	32.31
	B	5.34	17.46	43.38	81.24	32.69	40.24
	C	6.41	15.30	45.44	70.90	23.87	33.67
3	Ctrl	6.19	14.87	41.12	66.49	24.05	36.17
	A	6.16	14.60	45.19	73.40	23.71	32.31
	B	5.34	17.46	43.38	81.24	32.69	40.24
	C	6.41	15.30	45.44	70.90	23.87	33.67
5	Ctrl	6.11	14.94	39.66	64.88	24.45	37.69
	A	6.12	14.71	43.90	71.80	24.05	33.51
	B	5.42	17.61	41.90	77.27	32.48	42.03
	C	6.37	15.29	45.09	70.75	23.98	33.90
7	Ctrl	6.06	15.01	39.80	65.70	24.78	37.72
	A	6.24	14.95	43.47	69.67	23.96	34.39
	B	6.43	15.43	45.53	70.86	24.01	33.90
	C	5.58	18.38	42.08	75.45	32.97	43.72
9	Crtl	6.17	15.47	41.05	66.51	25.07	37.68
	A	6.34	15.33	43.03	67.84	24.18	35.63
	C	6.50	15.64	46.26	71.12	24.05	33.81
11	Ctrl	6.06	15.44	40.99	67.69	25.49	37.66
	A	6.32	15.48	41.10	65.05	24.51	37.68
	C	6.53	15.88	46.61	71.39	24.32	34.08
13	Ctrl	6.29	15.90	43.13	68.56	25.28	36.87
	A	6.24	15.14	40.48	64.86	24.28	37.41
	C	6.62	16.12	47.49	71.72	24.36	33.96
15	Ctrl	6.38	16.39	44.55	69.84	25.70	36.80
	A	6.22	15.48	38.20	61.37	24.87	40.53
	C	6.78	16.73	48.98	72.18	24.65	34.15
17	Ctrl	6.35	15.49	40.88	64.35	24.39	37.89
	A	6.31	15.26	40.88	64.75	24.18	37.33
	C	6.19	15.29	42.89	69.29	24.70	35.64
19	Ctrl	6.39	15.55	41.01	64.16	24.33	37.93
	A	6.30	15.47	37.21	58.99	24.54	41.60
	C	6.24	15.40	43.12	69.09	24.69	35.73
21	Ctrl	6.37	15.82	42.61	66.92	24.84	37.12
	C	6.32	15.66	44.11	69.76	24.76	35.51
23	Ctrl	6.24	15.81	42.14	67.48	25.32	37.52
	C	6.29	15.73	44.19	70.22	24.99	35.59
25	Ctrl	6.42	16.18	44.36	69.10	25.22	36.49
	C	6.44	16.15	45.52	70.68	25.06	35.47
27	Ctrl	6.45	16.37	45.86	71.07	25.39	35.72
	C	6.46	16.49	46.44	71.91	25.53	35.52
29	Ctrl	6.45	16.37	45.86	71.07	25.39	35.72
	C	6.46	16.49	46.44	71.91	25.53	35.52
31	Ctrl	6.45	16.37	45.86	71.07	25.39	35.72
	C	6.46	16.49	46.44	71.91	25.53	35.52

* preserved blood = The red blood cells were preserved by mixing 25 volume of blood with 1 volume of preservative mixtures.

Formula A: 6.75 mL formaldehyde, 0.75 mL glutaraldehyde 50% and 26 g trisodium citrate in 100 mL distilled water as described by Reardon *et al* (1991).

Formula B: 10 mL formaldehyde, 2 mL glutaraldehyde 50% in 100 mL phosphate buffer saline

Formula C: 10 mL formaldehyde, 2 mL glutaraldehyde 50% in 100 mL distilled water

Table 2 Mean ± SD of the red blood cells' indices. MCV, MCH and MCHC of control (non- preserved blood) and preserved blood were compared to the normal range.

	Normal range	ctrl	A	B	C
MCV (fl)	62.0-78.0	67.58±2.34	67.11±4.96	78.8±2.91	70.91±0.94
MCH (pg)	21.0-28.0	25.07±0.73	24.19±0.37	32.703±0.20	24.64±0.64
MCHC (pg/dL)	30.0-38.0	37.05±0.69	36.27±3.23	41.56±1.67	34.76±0.19

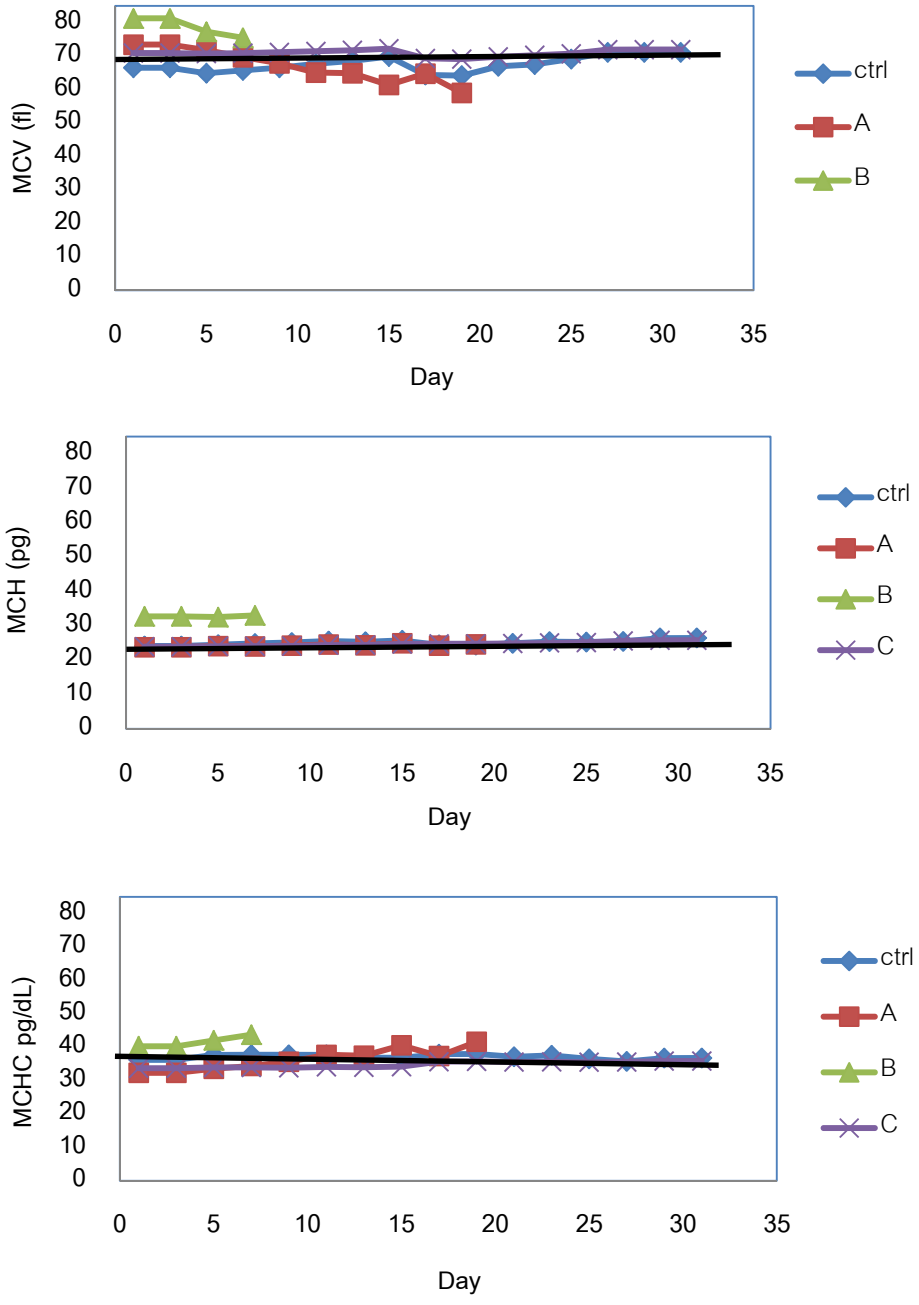


Figure 2 The Levey-Jennings Chart of the red blood cells' indices. MCV, MCH and MCHC compared to the average of control (non- preserved blood) and preserved blood were shown. Solid lines represent the mean.

The Shewhart Chart or Levey-Jennings Control Chart of MCV, MCH and MCHC were shown in Figure 2. The results were compared with the mean ± 2SD for internal quality control criteria (Douglas and Wardrop, 2006). The results showed that the control (ctrl) and samples in formula C can be tested until the completion of the trial for one month, when data was compared with the mean ± 2SD of criteria or quality control. The control (ctrl) and formula C were clustered together very well. The average of red blood cells' indices were not much changed. Formula A can be tested for 19 days while formula B can be tested only 7 days. The formula A and B were partial clotting of blood and cannot be tested until the completion of the experiment. These data were compared with the mean ± 2SD of the internal quality control criteria. Both formula A and B, an average of red blood cells' indices and is likely to swing out of the average range.

The results showed that the coefficient of variation (CV) of 7 parameters; RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, and MCHC of all samples stored at 4°C were less than 3.6%. For the blood stored at 4°C, most of the values of all parameters determined in the second to fourth week were within the means ± SD of those received from the first week suggesting the preserved cells from dog red blood cells could possibly be used as control material for automatic cell analyzer.

CONCLUSION

Quality control of automatic blood analyzer is needed and is very important for hematological laboratory to acquire the accuracy and reliability. The quality control material from the company is produced by human blood cells, imported from abroad which is expensive and short lifespan. The composition of the blood of animals and humans are different in size, shape, number of blood cells. Blood samples can be taken from the animal to maintain cells before being put to use as a quality control material (Vattanaviboon *et al*., 2008).

There are two main types of preservative compound is glutaraldehyde and formaldehyde is commonly used in control material preparation (Reardon *et al*., 1991). The study found that each formula can preserve dog's red blood cells. The formula C was stable for analysis for 1 month when stored at 4°C in opened vial. However, there is a change in the ratio of chemical buffers associated with the cell is able to maintain it for longer than 30 days. The average of red blood cells' indices was favorable changed. By means of quality control in hematologic laboratory currently used, quality control materials should last for at least 20 days for the Levey-Jennings Chart, which is a graphical display for control and assessment that the process is in control or out of control (Lewis *et al*., 2006). The hematological parameters of the white blood cells did not change much compared to red blood cells' data. The MCHC which depending on the concentration of hemoglobin (Hb) and the packed red blood cells (Hct), which low error Is considered as a reliable and can be used as control. The other red blood cells' indices such as the MCV and MCH MCHC will be also affected by the number

of red blood cells. The change is due to a longer period, making ATP in the cells decreased which cell cannot maintain stability (Lewis *et al*., 2006).

Thus, Formula C can preserved dog's red blood cell and is a cost saving control material. However, further studies are required to improve the quality of this control material.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the Kasetsart stray dog shelter project for providing the blood sample. This work founded by Kasetsart University Research Development Institute (KURDI), Kasetsart University.

REFERENCES

Douglas, J. and K. Wardrop, 2006. **Schalm's veterinary hematology**. 6nd ed. Willey Blackwell, Singapore.

Lewis, S.M., B.J. Bain and I. Bates. 2006. **Practical Haematology**. 10th ed. Churchill Livingstone, London.

Readon, D.M., W.B. Mack and D. Hutchinson. 1991. A whole blood control for blood count analyzer and source material for an external quality assessment scheme. **Medical Laboratory Science** 48: 19-26.

Vattanaviboon P., S.Sirisali, K. Sirisali, S. Manochiopinij, P. Leelahakul, and Wonglomsom W. 2008. Porcine Blood as Control Materials for Animal Blood Cell Analysis. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 42: 225 - 230.

กรณีศึกษา: ผลการใช้น้ำเชื้อแยกเพศในฟาร์มโคนมขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง

Case study: outcome of utilizing sexed semen in a large-scale dairy farm in Thailand

ก้องเกียรติ ศรีสุวรรณ [1] เมธาพร หล้าศรี [1] ชัยณรงค์ ดวงขันคำ [1] เจตเมธี สมัยกลาง [1] มัลลิกา วังสการ [1]
พนมพร สิงห์สถิตย์ [1] ณัฐพล เมืองทอง [2] เสรี กุญแจนาค [3] กรไชย กรแก้วรัตน์ [2]
เจษฎา จิวากานนท์ [4] และ **อนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์** [2*]

Kongkiat Seesuwan[1], Methaporn Lasri[1], Chainarong Duangkankam[1], Jetmetee Samaikang[1],
Mullika Wangsakan[1], Phanomporn Singsatit [1], Nattaphol Muangthong[2], Seri Koonjaenak[3],
Kornchai Kornkaewrat[2], Jatesada Jiwakanon[4] and **Anuchai Pinyopummin**[2*]

บทคัดย่อ

ศึกษาผลจากการใช้น้ำเชื้อแยกเพศของพ่อโคนมสายพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ซึ่งแยกโดยใช้ความแตกต่างของปริมาณ DNA ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน ทำการผสมเทียมโคนมสาวจำนวน 186 ตัว ของฟาร์มโคนมขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในช่วงปี 2555-2557 ผลพบว่ามีอัตราการผสมติด 35.6 % สัดส่วนลูกตัวเมีย 81.0% น้ำหนักลูกแรกเกิดเฉลี่ย 29.3 กก. และอัตราการรอดของลูก 94.7% ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ เกิดขึ้นภายใต้การจัดการฟาร์มและสภาพแวดล้อมภายในประเทศ ซึ่งเกษตรกรอาจนำไปใช้ประกอบการพิจารณาในการเลือกใช้น้ำเชื้อดังกล่าว

ABSTRACT

The commercial sex-sorted Holstein Friesian bull semen, by difference in DNA content, was utilizing in a large-scale dairy farm in Thailand. Artificial insemination with these sexed semen was carried out in dairy heifers (n = 186) during 2012-2014. The results found that the conception rate was 35.6%, female calf 81.0%, average birthweight 29.3 kg and calf survival 94.7%. These results obtained under farm management and environment of the country. Other farms might use this information to assist decision making for using these sexed semen.

Keyword: sex-sorted semen, dairy heifer, conception rate, calf sex ratio

* Corresponding author; e-mail address: **fvetacp@ku.ac.th**

[1] บริษัทฟาร์มโชคชัย จำกัด ปากช่อง นครราชสีมา 30130

[1] Farm Chokchai Co.,Ltd., Pakchong, Nakhon Ratchasima 30130, Thailand

[2] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[2] Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

[3] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3] Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

[4] กลุ่มวิจัยเทคโนโลยีการป้องกันโรคในปศุสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

[4] Reseach Group of Preventive Technology in Livestock, Faculty of Veterinary Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

คำนำ

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีโคนมจำนวน 509,524 ตัว โดยเป็นแม่โคจำนวน 286,296 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2558) แม้ว่าทั้งจำนวนแม่โคและผลผลิตน้ำนมดิบจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่คาดว่ายังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ประกอบการ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) โดยเฉพาะกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหารนม (กรุงเทพธุรกิจออนไลน์, 2557) การเพิ่มจำนวนแม่โคเพื่อเพิ่มผลผลิตจึงเป็นเป้าหมายเร่งด่วนที่สำคัญ นอกจากนั้น การผลิตแม่พันธุ์โคนมเพื่อการส่งออก ยังคงเป็นที่ต้องการของประเทศเพื่อนบ้าน

แนวทางหนึ่งในการเพิ่มจำนวนแม่โคหรือโคเพศเมีย คือ การใช้น้ำเชื้อแยกเพศ (อสุจิ X) ในการผสมเทียม (artificial insemination; AI) ซึ่งจะช่วยให้มีโอกาสได้ลูกโคเพศเมีย 80-90 % (DeJarnette et al., 2009; Healy et al., 2013; Seidel Jr and Garner, 2002) น้ำเชื้อแยกเพศดังกล่าวผลิตโดยเทคโนโลยีการแยกอสุจิออกเป็นกลุ่มอสุจิ X และอสุจิ Y โดยอาศัยความแตกต่างของปริมาณ DNA ที่อสุจิ X มีมากกว่าอสุจิ Y วิธีการนี้เป็นวิธีที่ใช้ในการผลิตน้ำเชื้อแยกเพศเพื่อการค้าในปัจุบัน (Seidel Jr, 2013) ในระยะเร่งด่วน การใช้น้ำเชื้อแยกเพศที่มีจำหน่ายเป็นการค้า จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการดำเนินการ อย่างไรก็ตาม น้ำเชื้อแยกเพศดังกล่าวมีข้อจำกัด คือ การมีจำนวนอสุจิต่อหลอดและจำนวนอสุจิที่เคลื่อนที่และมีชีวิต น้อยกว่าน้ำเชื้อปกติ (Seidel Jr, 2013) รวมทั้งมีราคาสูงกว่า จึงมีข้อแนะนำให้ใช้น้ำเชื้อแยกเพศในโคสาว ซึ่งมีความสมบูรณ์พันธุ์ดีกว่าแม่โค รวมทั้งควรมีระบบการจัดการโคสาวที่ดีเพื่อเพิ่มโอกาสในการตั้งท้อง

การศึกษานี้ มีจุดประสงค์เพื่อรายงานให้ทราบถึงอัตราการผสมติด สัดส่วนของลูกตัวเมีย และลักษณะของลูกที่ได้ จากการผสมเทียมโคนมสาวด้วยน้ำเชื้อแยกเพศที่จำหน่ายเป็นการค้า รวมถึงผลของฤดูกาล ภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศ ซึ่งอาจเป็นข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจในการพิจารณาใช้น้ำเชื้อแยกเพศดังกล่าวต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

โคนมสาว

โคนมสาวสายพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (93.75-96.875%HF) อายุ 20-26 เดือน น้ำหนัก 320-340กิโลกรัม จำนวน 186 ตัว ของฟาร์มโคนมขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ใน อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา เลี้ยงด้วยอาหารหยาบสด อาหารหยาบแห้ง และอาหารข้นที่มีโปรตีน 16% โดยเป็นการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2555-2557

น้ำเชื้อ

เป็นน้ำเชื้อแยกเพศของพ่อโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ผลิตโดยบริษัท Cooperative Resources International, Inc. USA นำเข้าในลักษณะของน้ำเชื้อแช่แข็ง ขนาดหลอด 0.25 มล. ซึ่งจากการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นโดยคณะผู้วิจัย พบว่ามีจำนวนอสุจิประมาณ 4 ล้านตัว และมีร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่หลังการอุ่นละลายประมาณ 20-25%

การสังเกตการเป็นสัดและการผสมเทียม

ทำการสังเกตการเป็นสัดวันละ 2 เวลา ได้แก่ ช่วงเวลา 05.00-09.00 น. และ 14.00-18.00 น. โดยอาการที่ใช้กำหนดว่าเป็นสัด คือ การยืนนิ่งยอมให้ตัวอื่นขึ้นปีนทับ มีเมือกใสไหลออกทางช่องคลอด ทำการผสม

เทียมตามช่วงเวลามาตรฐานที่แนะนำในโค คือ เห็นการเป็นสัดช่วงเช้า ผสมเทียมตอนเย็น เห็นการเป็นสัดช่วงเย็น ผสมเทียมตอนเช้าในวันต่อมา การอุ่นละลายน้ำเชื้อ ทำครั้งละ 1 หลอด โดยอุ่นละลายในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที ทำการปล่อยน้ำเชื้อทั้งหมดที่ตัวมดลูก

การตรวจการตั้งท้อง

ทำการล้วงตรวจมดลูกทางทวารหนักหลังการผสมเทียม ประมาณ 2 เดือน ตัวที่ไม่ตั้งท้อง สังเกตการณ์เป็นสัดและผสมเทียมซ้ำ ส่วนในตัวที่ตั้งท้อง รอจนครบกำหนดคลอด และเก็บข้อมูลน้ำหนักแรกเกิด การมีชีวิตรอด และเพศลูกที่เกิด

สภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลอากาศ ได้รับความอนุเคราะห์จากสถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา กลุ่มงานอากาศเกษตรปากช่อง ซึ่งฟาร์มอยู่ห่างจากสถานีเป็นระยะทางประมาณ 3 กิโลเมตร ข้อมูลอากาศแบ่งเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูหนาว (16 ตุลาคม – 15 กุมภาพันธ์) ฤดูร้อน (16 กุมภาพันธ์ – 15 พฤษภาคม) และฤดูฝน (16 พฤษภาคม – 15 ตุลาคม)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณฝนเฉลี่ย ระหว่างฤดูกาล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ด้วย Proc MIXED และ Tukey t-test ในโปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) และใช้การทดสอบ Chi-square ด้วย Proc FREQ ในการเปรียบเทียบ อัตราการผสมติด สัดส่วนของลูกตัวเมีย และลักษณะของลูกที่ได้ระหว่างฤดูกาล รวมทั้งอัตราการผสมติดของการผสมเทียมแต่ละครั้ง ทั้งนี้การวิเคราะห์ทั้งหมดกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สภาพภูมิอากาศ

พบความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศระหว่างฤดู ได้แก่ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณฝนเฉลี่ย โดยค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ มีค่าสูงสุดในฤดูร้อน และต่ำสุดในฤดูหนาว ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงสุดในฤดูฝน และต่ำสุดในฤดูหนาว และปริมาณฝนเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝน ในขณะที่ฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่แตกต่างกัน (Table 1)

อัตราการผสมติด สัดส่วนของลูกตัวเมีย และลักษณะของลูกที่ได้

อัตราการผสมติด สัดส่วนของลูกตัวเมีย และลักษณะของลูกที่ได้ แสดงใน Table 2 โดยไม่พบความแตกต่างของอัตราการผสมติด อัตราการรอดและน้ำหนักแรกเกิดของลูกระหว่างฤดูกาล แต่พบว่าสัดส่วนลูกตัวเมียในฤดูร้อนต่ำกว่าฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ทั้งนี้จากข้อมูลทั้งหมด พบว่ามีอัตราการผสมติดรวม 35.6 % เป็นลูกตัวเมีย 81.0 % อัตราการรอดของลูก 94.7 % และน้ำหนักลูกแรกเกิดเฉลี่ย 29.3 กก.

Table 1. Temperature, relative humidity and rainfall at Pak Chong Agrometeorological Station during 2012 – 2014 (mean±SEM)

Season (period)	Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Rainfall (mm)
Winter (Oct 16 - Feb 15)	24.59 ± 0.12^{a}	70.79 ± 0.48^{a}	1.25 ± 0.35^{a}
Summer (Feb 16 - May 15)	28.10 ± 0.09^{b}	68.95 ± 0.49^{b}	2.30 ± 0.48^{a}
Rainy (May 16 - Oct 15)	27.24 ± 0.06^{c}	77.90 ± 0.35^{c}	5.05 ± 0.52^{b}

$^{a, b, c}$ – Values were significantly different ($p < 0.05$)

Table 2 Conception rate and calf characters after AI of heifers with sexed semen in the study

Seasons	% Conception rate (no.)	% Female calf (no.)	% Live birth (no.)	Birth weight (kg) (mean±SEM)
Winter	36.2 (87/240)	86.2 (75/87)^{a}	97.3 (73/75)	29.4 ± 0.3
Summer	32.0 (20/59)	65.0 (13/20)^{b}	76.9 (10/13)	28.6 ± 0.5
Rainny	33.3 (9/27)	66.7 (6/9)^{ab}	100 (6/6)	28.5 ± 0.6
Total	35.6 (116/326)	81.0 (94/116)	94.7 (89/94)	29.3 ± 0.3

$^{a, b}$ – Values were significantly different ($p < 0.05$)

อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์อัตราการผสมติดของการผสมเทียมแต่ละครั้งพบว่า อัตราการผสมติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่การผสมเทียมครั้งที่ 2 ($p < 0.05$) (Table 3)

Table 3 Conception rates for each AI service of heifers with sexed semen in the study

AI service	% Conception rate (no.)
First	46.8 ^{a} (87/186)
Second	24.6 ^{b} (15/61)
Third	24.2 ^{b} (8/33)
Fourth and more	13.0 ^{b} (6/46)
Total	35.6 (116/326)

$^{a, b}$ – Values were significantly different ($p < 0.05$)

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงอัตราการผสมติด สัดส่วนของลูกตัวเมีย และลักษณะของลูกที่ได้ จากการผสมเทียมโคนมสาวด้วยน้ำเชื้อแยกเพศที่จำหน่ายเป็นการค้า ภายใต้การจัดการและสภาพแวดล้อมภายในประเทศ โดยให้ผลใกล้เคียงกับที่มีรายงานในต่างประเทศ ซึ่งมีอัตราการผสมติด 38-45 % (Butler et al., 2014) สัดส่วนลูกตัวเมีย 80-90 % (DeJarnette et al., 2009; Healy et al., 2013; Seidel Jr and Garner,

2002) และอัตราการรอดของลูก 90-92 % (DeJarnette et al., 2009; Seidel Jr, 2007) ทั้งนี้จากข้อมูลของฟาร์มช่วงปี พ.ศ. 2555-2557 พบว่า สัดส่วนของลูกตัวเมีย อัตราการรอดของลูกและน้ำหนักลูกแรกคลอดเฉลี่ยที่เกิดจากน้ำเชื้อที่ไม่ได้แยกเพศเท่ากับ 50.8 %, 94.1 % และ 31.0 กิโลกรัม ตามลำดับ (ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์) แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำเชื้อแยกเพศทำให้มีสัดส่วนลูกตัวเมียมากขึ้น โดยลูกที่ได้มีอัตราการรอดและน้ำหนักแรกเกิดใกล้เคียงกับลูกที่เกิดจากน้ำเชื้อที่ไม่ได้ผ่านการแยกเพศ

อัตราการผสมติดครั้งแรกของโคนมสาวที่ผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อที่ไม่ได้แยกเพศที่มีรายงานในประเทศเท่ากับ 40-68.7 % (ขวัญชายและศร, 2547; Kornmatitsuk et al., 2013) ซึ่งเมื่อประมาณอัตราการผสมติดจากการใช้น้ำเชื้อแยกเพศที่เท่ากับ 70-80 % ของอัตราการผสมติดจากการใช้น้ำเชื้อที่ไม่ได้แยกเพศ (Butler et al., 2014) จะเท่ากับ 30-50 % ผลการศึกษานี้ มีอัตราการตั้งท้องอยู่ในช่วงดังกล่าว นอกจากนั้น ยังไม่พบผลของฤดูกาลต่ออัตราการผสมติดจากการใช้น้ำเชื้อแยกเพศ เช่นเดียวกับที่มีรายงานในต่างประเทศ (Mellado et al., 2014) อย่างไรก็ตามการผสมเทียมส่วนใหญ่ (240 ครั้งจาก 326 ครั้ง หรือ 74 %) ทำในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่มีรายงานว่าให้อัตราการผสมติดของโคนมสูงกว่าช่วงอื่นๆ (ธนู และคณะ 2545)

การที่สัดส่วนลูกตัวเมียในฤดูร้อนต่ำกว่าฤดูหนาวในการศึกษานี้ อาจเกิดจากความบกพร่องของกระบวนการผลิตน้ำเชื้อแยกเพศ หรือ เป็นผลจากสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้มีรายงานถึงสัดส่วนของลูกโคนมตัวผู้ที่เกิดเพิ่มขึ้น หลังการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิอากาศ การระเหย (evaporation) ที่มากขึ้น หรือทั้งสองปัจจัยร่วมกัน ซึ่งยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่ชัดเจนได้ (Roche et al., 2006) ทั้งนี้จากข้อมูลภูมิอากาศ พบว่า ในฤดูร้อน มีอุณหภูมิสูงกว่าและ มีระดับความชื้นสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าฤดูหนาวอย่างชัดเจน (อาจทำให้เกิดการระเหยที่มากกว่า) จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ในฤดูร้อนเกิดลูกตัวเมียในสัดส่วนที่ต่ำกว่าในฤดูหนาว

ข้อแนะนำในการใช้น้ำเชื้อแยกเพศ ได้แก่ ทำการผสมในโคสาวที่มีระบบสืบพันธุ์ปกติ และควรผสมไม่เกิน 2 ครั้ง หากยังผสมไม่ติดให้เปลี่ยนไปใช้น้ำเชื้อที่ไม่ได้แยกเพศ (Kasimanickam, 2014) ผลการศึกษานี้ยืนยันข้อแนะนำดังกล่าว โดยอัตราการผสมติดในครั้งที่ 2 ลดจากครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นยังไม่แนะนำให้ผสมในแม่โค เนื่องจากมีอัตราการตั้งท้องที่ต่ำมาก ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นของฟาร์ม พบว่ามีอัตราการตั้งท้องเพียง 4–12% (ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์)

เร็วๆนี้ มีรายงานการพัฒนาเทคโนโลยีการแยกเพศอสุจิในโคนมที่อาศัยความแตกต่างของ antigen ระหว่างอสุจิ X และ Y โดยกลุ่มนักวิจัยไทย (เพทายและคณะ, 2559) ซึ่งหลังจากนำไปใช้ผสมเทียมแล้ว ให้ผลอัตราการผสมติดในโคสาว 62.6% และในแม่โค 65.4% และได้สัดส่วนลูกตัวเมีย 76.1–91.1% ผลที่รายงานค่อนข้างดีกว่าเทคโนโลยีการแยกเพศอสุจิที่อาศัยความแตกต่างของปริมาณ DNA ซึ่งใช้ผลิตน้ำเชื้อแยกเพศที่นำเข้ามาจำหน่ายกันอยู่ขณะนี้ ดังนั้น น้ำเชื้อแยกเพศที่ผลิตโดยเทคโนโลยีดังกล่าว จึงเป็นอีกแหล่งหนึ่งของน้ำเชื้อแยกเพศที่อาจมีราคาถูกกว่า และสามารถนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น

สรุป

การศึกษานี้แสดงถึงผลการใช้น้ำเชื้อโคนมแยกเพศที่จำหน่ายเป็นการค้าในโคนมสาว ซึ่งมีอัตราการตั้งท้องเฉลี่ย 35.6 % เป็นลูกตัวเมีย 81.0 % และลูกโคที่ได้มีลักษณะปกติ การจัดการทางด้านอาหารและระบบสืบพันธุ์ที่ดีมีความจำเป็นในการให้ได้รับผลดังกล่าว ทั้งนี้หากพิจารณาเลือกผสมเทียมโดยใช้น้ำเชื้อแยกเพศ ควรทำการผสมเทียมไม่เกิน 2 ครั้งในช่วงฤดูหนาว

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัทฟาร์มโชคชัย จำกัด ปากช่อง นครราชสีมา และ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมทั้ง ขอขอบคุณ สถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา กลุ่มงานอากาศเกษตรปากช่อง ที่อนุเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์ 2558. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม รายเขตปศุสัตว์และรายภาค ปี 2558. กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร **กรมปศุสัตว์** (http://ict.dld.go.th/th2/images/stories/stat_web/ yearly/2558/3.milkcow_region.pdf, วันที่ 14 กันยายน 2558).

กรุงเทพธุรกิจออนไลน์ 2557. อุตสาหกรรมนมไทยเข้าขั้นวิกฤตขาดแคลนน้ำนมดิบ. **กรุงเทพธุรกิจออนไลน์** วันที่ 23 ธันวาคม 2557 (http://www.bangkokbiznews.com/ news/detail/624945, วันที่ 14 กันยายน 2558).

ขวัญชาย เครือสุคนธ์ และ ศร ธีปฏิมากร 2547. ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคสาวลูกผสมโฮลสไตน์ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย. **เชียงใหม่สัตวแพทยสาร** 2:9-15.

ธนู ภิญโญภูมิมินทร์ เกียรติศักดิ์ ตันเจริญ และ วิทยา สุริยาสถาพร 2545. ปัจจัยแวดล้อมการผลิตที่มีผลต่ออัตราการตั้งท้องระดับฝูงในฟาร์มโคนมไทย. **การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 40 มหาวิทยาลัยเกษตร-ศาสตร์ สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง** 4-7 กุมภาพันธ์ 2545. หน้า 390-397.

เพทาย พงษ์เพียรจันทร์ กรวรรณ ศรีงาม และ วิวัฒน์ พัฒนาวงศ์ 2559. การผลิตและทดสอบน้ำเชื้อโคนมคัดเพศจากพ่อพันธุ์โคนมองค์การส่งเสริมโคนมแห่งประเทศไทยประจำปี 2558-2559. **จดหมายข่าวโคนมองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย** 17:1.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2559. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2559. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร **สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร** (www.oae.go.th/download/document_tendency/ journalofecon 2559.pdf, วันที่ 29 กันยายน 2559)

Butler, S.T., I.A. Hutchinson, A.R. Cromie, L. Shalloo. 2014. Applications and cost benefits of sexed semen in pasture-based dairy production systems. **Animal** 8:165-172

DeJarnette, J.M., R.L. Nebel, C.E. Marshall. 2009. Evaluating the success of sex-sorted semen in US dairy herds from on farm records. **Theriogenology** 71:49-58.

Healy, A.A., J.K. House, P.C. Thomson. 2013. Artificial insemination field data on the use of sexed and conventional semen in nulliparous Holstein heifers. **Journal of Dairy Science** 96:1905-1914.

Kasimanickam, R. 2014. Utilization of sex-sorted semen. In: **Bovine Reproduction**. John Wiley & Sons, Inc, pp 671-678.

Kornmatitsuk, S., B. Kornmatitsuk, Y. Kitiyanant. 2013. Delayed post-ovulatory progesterone rise in Thai-Holstein dairy heifers: Association with endocrine events around oestrus, effects on conception rate and possibility for progesterone supplement post-insemination. **Thai Journal of Veterinary Medicine** 43:503-509.

Mellado, M., E. Sepulveda, U. Macias-Cruz, L. Avendaño, J.E. Garcia, F.G. Veliz, A. Rodríguez. 2014. Effects of month of breeding on reproductive efficiency of Holstein cows and heifers inseminated with sex-sorted or conventional semen in a hot environment. **Tropical Animal Health and Production** 46:265-269.

Roche, J.R., J.M. Lee, D.P. Berry. 2006. Climatic factors and secondary sex ratio in dairy cows. **Journal of Dairy Science** 89:3221-3227.

Seidel, Jr. G.E., D. Garner. 2002. Current status of sexing mammalian spermatozoa. **Reproduction** 124:733-743.

Seidel, Jr. G.E. 2007. Overview of sexing sperm. **Theriogenology** 68:443-446.

Seidel, Jr. G.E. 2013. Application of sex-selected semen in Heifer development and breeding programs. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice** 29:619-625.

Contamination at risk of Lead and Cadmium in Duck Meats from Free-Grazing and Large Scale Duck farms in Nakhon Pathom Province, Thailand

Paweena Aendo[1,4], Ramnaree Netvichian ,[3] Suwanna Tipayarak [2],Sutha Khaodhia,[3] Thaweesak Songserm [4], and Phitsanu Tulayakul[2*]

ABSTRACT

This study revealed that the levels of lead and cadmium in duck meats from large scale farms was significantly higher than free-grazing farms at $p<0.001$. Moreover, Lead levels determined in duck meat samples in both large scale duck farms and free grazing farms were exceeded beyond the maximum residue levels of standard limits contamination substance from of Ministry Public Health ,Thailand No.98(B.E.2529) of (1 ppm) at 92.73% (51/55) samples and 2.86% (1/35) samples, respectively. Whereas, the same lead levels towards the maximum residue levels of the EU Commission regulation (EC) No 1881/2006 of (0.10 ppm) was found that 100% (55/55 samples and 14.29% (5/35) samples in large scale farm and free grazing farms, respectively. However, there was no standard limits legislated for cadmium by the Ministry of Public Health of Thailand. On the other hand, cadmium contamination in duck meat samples from large scale duck farm and free grazing were higher than the maximum residue levels of the EU Commission regulation (EC) No.1881/2006 of (0.050 ppm) for 96.36% (53/55) samples and 34.29% (12/35) samples,respectively. In conclusion, duck meats from both free grazing and large scale duck farm were possibly possess of health risk toward lead and cadmium contamination for consumers since the meat products was having excess levels of lead and cadmium beyond the standard limit especially, from the EU Commission regulation. Long term intake of duck meat products could be affect to human and animal health by any means. However, further study needed to be defined the source of contamination in large scale duck farm since lead and cadmium contamination in meat products from these farms was higher than free grazing duck farms.

Key Words: duck meat, Duck, Lead, Cadmium, Manganese, Thailand,

*Corresponding author; e-mail address: fvetpnt@ku.ac.th

[1]Post-master student, Department of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, Thailand,10900.

[2]Department of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, Thailand, 73140.

[3]Department of Environmental Engineering,Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 10330.

[4]Center for Duck Health Science, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, Thailand, 73140

INTRODUCTION

Heavy metals are released into the environment from anthropogenic and natural sources. Heavy metals are naturally present in the Earth's crust and atmosphere, human may promote them to pollution by activities such as smelting, mining, military operations, transportation and industrial manufacturing such as pesticides and fertilizers. These activities discharge the heavy metals into the environment, which then may enter surface waters, soil and terrestrial system via aerial deposition (group 2003; Boyd 2004; Pilon-Smits 2005; Chaffai and Koyama 2011). The heavy metals affect to biota by highly reactive and often toxic at low level and bioaccumulate in the food chain and adversely affect to biota(Gall et al.2015) especially, the human is the top levels of consumption.

Lead (Pb) is certainly the most extensively studied of all toxic agents which accumulates on teeth and in the skeleton in the long term for uptake. Furthermore toxicity of lead may occur in the central and peripheral numerous systems, blood, kidney, cardiovascular endocrine and immune systems, gastrointestinal tract, male reproduction (sperm quality) and which passes the placenta and may effects on the nervous system of the fetus (Skerfving and Bergdahl, 2007). On the Other hand Cadmium (Cd) is considered to be one of the most toxic metals which may accumulate in the human body and may induce kidney dysfunction, skeletal damage, prostate cancer, mutations, reproduction deficiencies and fetus death(Abou-arab, 2001).

Free-grazing ducks play a major role in the agricultural economy of Eastern Asia in the form of egg and meat production. (Saijuntha, 2013). In Thailand, the information on number of meat ducks was about 9,732,181 animals in 2015 of which only 5.11% of its total number was free-grazing duck (Information and statistics Department of Livestock. 2015). Burger and Gochfeld, (1991) reported that female bird release metals in their eggs and tissues. Free –grazing systems could potentially exposure chemicals such as heavy metals be greater than in other systems because free-grazing system come in with directly contact of an outdoor environment and taken soil or organism inside (Holt et al. 2011). Therefore, In this study, we analyze and compare the level of lead and cadmium in the duck meats and comparing 2 types of farm for free-grazing farms and large scale farms in Thailand.

MATERIALS AND METHODS

Thirty five duck meat samples were collected 35 samples from 7 free ranging duck farms and 55 samples were collected from 4 Large scale farms(>5,000 animals). All of the samples were collected from slaughterhouses at Nakhon Pathom province in Thailand. Duck meats were then dried in oven at 60 c° for 24 hour and operated according to the standard method number 3050B which available from: (http://www.wpa.gov/sw-846/3 series.htm). Briefly, 1 g of all duck meat samples were digested with 5 ml of Nitric acid, 5 ml of Hydrogen peroxide and 1 ml of Sulfuric acid. Then heat on

hot plate at 120±20 c° until all of sample solution became yellowish and then sample solution were filtrated and diluted with 20% of Nitric acid before analyzed with Inductively Coupled Plasma Optical/Atomic Emission Spectroscopy (ICP-OES), ULTIMA2, Jobin yvon holiba company Italy.

The metals concentration data were analyzed with Mann–Whitney U test to compare the differences between means using Grapad Prism Stastistical 5.0, 2012 GraphPad Software, Institute. USA.

RESULTS AND DISCUSSION

The percentage of moisture of duck meat samples from free grazing and large scale duck farms are 67.51% and 77.53%, respectively. The mean levels and standard deviation of lead in duck meats from large scale farms of 3.13±1.13 ppm (dry weight) was significantly higher than free-grazing farms of 0.06 ±0.21 ppm (dry weight) at $p<0.001$ as shown in Table 2. In addition, the mean levels of Lead in duck meats of large scale farms (3.13±1.13 ppm dry weight) which interpreted in term of exceeding that standard limit for 3.13 and 31.30 times against the maximum residue levels of Ministry Public Health No.98(B.E.2529) and EU Commission regulation (EC) No.1881/2006, respectively. Moreover, the number of duck meat samples which having higher lead levels was from large scale farms for 92.73% (51/55) samples and 100% (55/55) samples after compare it with the maximum residue levels allowed by Ministry of Public Health No.98(B.E.2529) and EU Commission regulation (EC) No.1881/2006, respectively. The mean levels of lead in duck meats of free-grazing farms (0.06 ±0.21 ppm dry weight) was in range when compare with the standard limits allowed by both organizations. However, the number of duck meat samples which having high Lead levels in samples from free-grazing farms was 2.86% (1/35) samples and 14.29% (5/35) samples when comparing with standard limits allowed by Ministry of Public Health No.98(B.E.2529) and EU Commission regulation (EC) No.1881/2006, respectively. Limit of detection or LOD and % recovery of lead and cadmium concentrations in duck meat are presented in Tables 1.

Table 1 LOD and % recovery of lead and cadmium in duck meat

Elements	Pb	Cd
LOD (ml/L)	0.005429	0.001348
Wavelength	220.353	228.802
% recovery		
0.5 ppm	51.73%	90.52%
1 ppm	61.92%	93.73%
5ppm	65.67%	96.41%

Furthermore, the mean levels and standard deviation of cadmium in duck meats from large scale farms was 0.33±0.14 ppm (dry weight) was significantly higher than free-grazing farms of

0.03 ±0. 04 ppm (dry weight) at $p<0.001$ as shown in Table 2. In addition, the mean levels of cadmium in duck meats samples from large scale farms was higher for 6.6 times against the maximum residue levels of the EU Commission regulation (EC) No. 1881/2006. Moreover, when focusing the individual samples, the high levels of cadmium contamination in duck meat samples was mainly found in large scale farms for 96.36% (53/55) samples when comparing with both standard regulations. Whereas, the mean levels of lead in duck meats from free-grazing farms was 0.03 ±0.04 ppm (dry weight) which claimed to be in acceptable range and lower than the standard limit allowed by the EU Commission regulation (EC) No.1881/2006. Accordingly, the number of duck meat samples which having high cadmium rather than maximum residue levels of the EU Commission regulation (EC) No 1881/2006 in free-grazing farms was 34.29% (12/35) samples. In this study, the high levels of lead and cadmium contamination in duck meat samples may caused of the natural contaminant form soil through feeds or contaminated metal into water in natural environment in their habitat. Since the contamination in protein source as an ingredients of animal feeds and or from the remnants of vehicle exhausts have been reported (Ajmal et al., 1985; Damin et al., 2007). Especially, food is the major source of lead and cadmium for human and animal (IARC, 1976; Jarup et al.,1998). Moreover, Aendo et al., 2016 reported that lead and cadmium contamination was found in duck commercial feeds and self-mixed feeds in small scale farms (<5,000 animals). The contamination level of lead and cadmium were 1.32±0.91 ppm and 3.19±0.12 ppm and 0.12±0.08 ppm and 0.28±0.05 ppm in commercial and self-mixed feed, respectively, even though the contamination of both metals were not higher than the standard limits of NRC (National Research Council,1980) Furthermore, there was found that lead contamination in duck egg from free-ranging farm was correlated with lead levels in water at $r^2 = 0.806$ ($p< 0.05$), whereas lead contamination in duck egg from small scale farm was correlated with lead found in feeds at $r^2 = 0.862$ ($p< 0.05$) in the same study. (Aendo, 2016)

The average daily intake of lead and cadmium were calculated depending on the World Health Organization-Food Agriculture Organization provisional tolerated daily intake. There was found that the average per capita consumption of meat ducks in 2006 in Thailand was 9.77 g/day from Bureau of Product Standards and Quality Systems, National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2006. Therefore, the daily intake of lead, and cadmium from meat ducks were calculated using the following formula:

$$\text{Daily intake} = \frac{\text{Conc, metal in duck meat (mg/kg) x The average per capita consumption of duck meat (mg/day)}}{}$$

Table 2 Lead and cadmium in duck meats from free-grazing farms and large farms (ppm dry weight)

Type of farms			Pb	Cd
Free-grazing	Mean±SD		0.06 ±0.21*	0.03 ±0.04*
	Minimum		ND	ND
	Maximum		1.13	0.13
Large scale	Mean±SD		3.13±1.13*	0.33±0.14*
	Minimum		0.55	0.02
	Maximum		6.37	0.71
Notification of Ministry of Public Health No.98(B.E.2529) of Thailand			1.00	-
Number of samples which exceed		Free grazing	2.86% (1/35)	-
		Large scale	92.73% (51/55)	-
(EC) COMMISSION REGULATION No .1881/2006			0.10	0.050
Number of samples which exceed		Free grazing	14.29% (5/35)	34.29% (12/35)
		Large scale	100% (55/55)	96.36% (53/55)

SD= standard deviation, ND= Not Detected, ** = significantly different that p<0.001

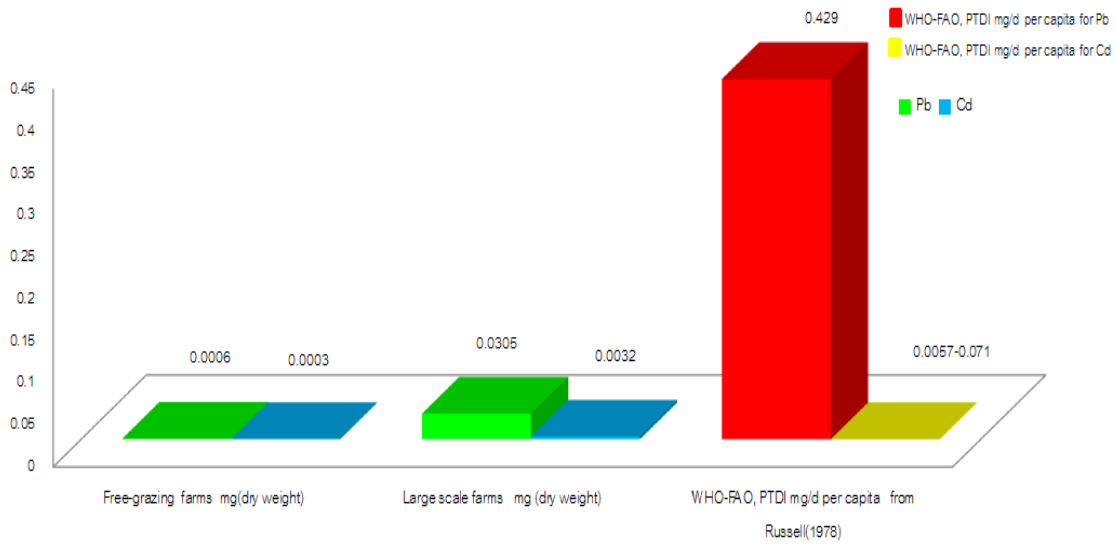


Figure 1 The calculation of average daily intake of lead and cadmium from duck meat consumption according to the World Health Organization-Food Agriculture Organization provisional tolerated daily intakes

The calculation referred to our results revealed that the daily intakes of lead and cadmium using determined contamination levels found in duck meats from free grazing farms were 0.0006 and 0.0003 mg/day respectively, while the daily intakes of lead and cadmium from large scale farms were 0.0305 and 0.0032 mg/day as shown in figure 1. The calculation data of average daily intake of duck

meat was revealed that lead and cadmium in duck meats form both types of farms were not exceeded the standard limit. However, JECFA, 1987 estimated that the previously established (provisional tolerable weekly intake (PTWI) of 0.025 mg/kg of body weight(equivalent to 0.0035 mg/kg of body weight per day) for lead is associated with a decrease of at least 3 IQ points in children and an increase in systolic blood pressure of approximately 3 mmHg (0.4 kPa) in adults. Especially, the infants were considered to be the most sensitive subgroup of the population. In addition, children absorb 42 % of ingested lead (Ziegler et al., 1978) and the absorption of lead is higher in children than adults. Children are most sensitive effects especially towards the central nervous system, while affects peripheral neuropathy, chronic nephropathy and hypertension in adult (Liu et al., 2008). Furthermore, Nogawa et al., 1989; ATSDR ,1999 reported that a chronic duration of oral minimal risk levels on renal effects in humans is 0.0002 mg/kg/day. In conclusion, The calculation data of daily intake of duck meat was revealed that lead and cadmium in duck meats form both types of farms may affect human health in long term exposure.

CONCLUSION

In conclusion, duck meats from both free grazing and large scale duck farm may pose health risk of lead and cadmium contamination since their meat products was exceeded the standard limit especially from the EU Commission regulation. Long term intake of duck meat products could affect human health in any means, however, Further source of contamination of heavy metals from feeds and water resource use in farm must be clearly elucidated in duck farm, especially in large scale duck farms which showing more contamination of lead and cadmium levels in meat products rather than free grazing farms.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to gratitude the grant in aid from The Thailand Research Fund(TRF); Agriculture division year 2014-2016.

REFERENCES

Abou-arab A. A. K. 2001. Heavy Metal Contents in Egyptian Metal and the Role of Detergent Washing on Their Levels. **Food and Chemicals Toxicology** 39: 593-599.

Aendo P., R. Netvichian, S. Khaodhia, T. Songserm and P. Tulayakul. 2016. Comparison of Heavy Metal(Cd, Pb) levels in Egg of Free ranging Farm and Small Scale Farm in Thailand. **Thai J Vet Med. Suppl**. 46 :271-273.

Aendo P. 2016. **Comparison of Heavy Metal (Cd, Pb, Zn, Cu, Mn, and Fe) Levels in Egg of Free Ranging Duck, Small Farm and Large Farm in Thailand**. M.E. Thesis, Kasetsart University.

Ajmal M., M. A. Khan and A. A. Domoni. 1985. Distribution of Heavy Metals in Water and Sediments of Selected Sites of Yamuna River(India). **Environmental Monitoring and Assessment** 5 :205-214.

ATSDR. 1999. **Toxicological Profire cadmium** (Online). Available http://www.atsdr.cdc.gov, August ,3,2016.

Bureau of Product Standards and Quality Systems of National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2006. **Food Consumtion Data of Thailand**. (Online). Available http://www.acfs.go.th/document/download_document/food_consumption_data.pdf, November, 2, 2016.

Boyd R. S. 2004. Ecology of metal hyperaccumulation. **New Phytologist** 162 :563-567.

Burger J. and M. Gochfeld. 1991. Cadmium and Lead in common terns(Aves: *Sterna hirundo*): Relationship between levels in parents and eggs. **Environ. Monit. Assess**. 16: 253-258.

Chaffai R. and Koyama H. 2011. Heavy metal tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **Advances in Botanical Research** 60:1-49.

Damin I. C. F., M. M. Sliva, M. G. R. Vale and B. Weiz. 2007. Feasibility of Using Direct Determination of Cadmium and Lead in Fresh Meat by Electrohermal Atomic Absortion Spectrometry for Screening Purposes. **Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy** 62: 1037-1045.

Gall E.J., R.S. Boyd and N. Rajakaruna. Transfer of heavy through terrestrial food webs; a review. 2015. **Environ Monit Assess** 187- 201.

Holt P.S., R.H. Davies, J. Dewulf , R.K. Gast, J.K. Huwe, D.R. Jones, D. Waltman and K.R. Willian. 2011. The impact of different housing systems on egg safety and quality. **Poultry Science 90**: 251-261.

IARC.1976. Cadmium, nickel, some epoxides, miscellaneous industrial chemicals and general considerations on volatile anaesthetices. Lyon, International Agency for Research on Cancer. **IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man** 11: 39-74.

Information and statistics Department of Livestock. 2015. **Information livestock farmers duck zone. the fiscal year 2015** (Online). Available http://ict.dld.go.th/th2/images/stories/stat_web/yearly/2558/6.duck_region.pdf, 5 , Jun,10, 2016.

Jarup L., M. Berglund and C.G. Elinder.1998. Health effects of cadmium exprosure-A review of the literature and a risk estimate. **Scand J work Environ Health** 24 (Suppl 1): 1-51.

Jarup L. 2003. Hazards of heavy metal contamination. **British Medical Bulletin 68**: 167-182.

JECFA. 1987.. **Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants**. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives Cambridge, Cambridge University Press, 1987:223-255 (WHO Food Additives Series, No. 21)).

Liu J., R. A. Goyer and M. P. Waalkes .2008. Toxic effect of metals. In: Klaassen,CD (ed). Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons (7 th ed). New York: McGraw-Hill: 931-979.

National Research Council. 1980. **Mineral Tolerance of Domestic Animals**. National Academy Press,Washington DC.

Nogawa K., R. Honda ,T. Kido I. Tsuritani, Y. Yamada, M. Ishizaki and H. Yamaya.1989. A dose-response analysis of cadmium in the general environment with special reference to total cadmium intake limit. **Environ Res**: 48(1):7-16.

Notification of Ministry of Public Health No.98(B.E.2529) of Thailand. 1986. **Prescribing Standard of Contaminated Substances**. (Online). Available: http://www2.fda.moph.go.th/law/Law_Book_1.asp?productcd=3&lawid=300018_098&lawname=NOTIFICATION%20NO.98(B.E.2529)&language=e&Contents=1&v_call=lawlink&historylink=/law&arg_language=eNOTIFICATION%20NO.98(B.E.2529) ,October,3, 2016

Pilon-Smith E. 2005. Phytoremediation. **Annual Review of Plant Biology** 56: 15-39.

Russell LH. 1978. Heavy metal in foods of animal origin. **Toxicity of Heavy Metals in the Environment**. F W. Oehme, ed. Marcel Decker, New York, NY.

Saijuntha w., K. Duenngai and C. Tantrawatpan. 2013. Zoonotic Echinostoma Infections in Free-Grazing ducks in Thailand. **Korea J Parasitol** 51:663-667.

Skerfving S. and I. A. Bergdahl. 2007. **Lead** In Nordberg F.G. , B.A. Fowler, M. Nordberg and L.T. Friberg. 2007. Handbook on The Toxicology of Metals.

The European Commission. 2006. **COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006**. (Online). Available:http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri= CONSLEG:2003R1334:20061226:EN:PDF, April, 5, 2016.

Ziegler E.E., B.B. Edwards, R.L. Jensen, K.R. Mahaffey and S.J. Fomon. 1978. Absorbtion and retention of lead by infants. **Pediatr Res**. 12(1) :29-34.

การศึกษาย้อนหลังเนื้องอกในสุนัขที่มารักษาที่โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ.2547 – มิถุนายน พ.ศ.2559

A retrospective study of dog tumors in Veterinary Teaching Hospital, Kasetsart University Bangkhen during January 2004 – June 2016

สุธาสินี บุญยินดี[1*] ลลิตา สุวรรธนะ[1] สุณี คุณากรสวัสดิ์[1] สิริภัทรา เนตรมัย เดชกัลยา[1] นิธิดา บุญวิทยา[1] และ วรรณภา สุนา[1]

Suthasinee Boonyindee[1*] Lalita Suwantana[1] Sunee Kunakornsawat[1] Siripattra Netramai Detkalaya[1] Nithida Boonwittaya[1] and Wannapa Suna[1]

บทคัดย่อ

การรวบรวมข้อมูลสุนัขที่เป็นเนื้องอกและเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในช่วงระหว่างเดือน มกราคม 2547 ถึง มิถุนายน 2559 จำนวน 3,755 ราย โดยข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ของเพศ พันธุ์และอายุของสุนัขต่อการเกิดเนื้องอก พบว่า สุนัขเพศเมีย (55.69%) เป็นเนื้องอกมากกว่าสุนัขเพศผู้ (44.31%) สุนัขสายพันธุ์แท้ (57.70%) เป็นเนื้องอกมากกว่าสุนัขสายพันธุผสม (42.30%) เนื้องอกสามารถพบได้ในทุกช่วงอายุ แต่พบมากในสุนัขที่มีอายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป (93.84%) เนื้องอกระบบผิวหนังและชั้นใต้ผิวหนัง (39.39%) พบมากที่สุดในสุนัข รองลงมาคือเนื้องอกเต้านม (17.54%) ตามด้วยเนื้องอกระบบสร้างเม็ดโลหิต (13.15%) ชนิดของเนื้องอกระบบผิวหนังและชั้นใต้ผิวหนังที่พบมากที่สุดเป็นเนื้องอกชนิด Mast cell tumor เนื้องอกเต้านมเป็น carcinoma และเนื้องอกระบบสร้างเม็ดโลหิตเป็น lymphoma

ABSTRACT

Case records of 3,755 dogs with tumors from Veterinary Teaching Hospital, Kasetsart Bangkhen during January 2002 – June 2016 were reviewed retrospectively characterized the types of tumors and their association with age, gender and breed of dogs affected. Prevalence of tumors was greater in female dogs (55.69%) than in male (44.31%). Pure breed (57.70%) had higher percents of tumors than Mix-breed (42.30%). Tumors found in all periods of dog age, mostly found in aging dog (≥5) (93.84%). About percentage of tumor with organ system found that tumors of Skin & Subcutaneous tissue (13.15%) was the most, followed by mammary gland tumor (17.54%) and hematopoietic system (13.15%).

Key words: dog tumor

*Corresponding author; e-mail address: tarnsb45@gmail.com

[1] โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน คณะสัตวแพทยศาสตร์ 10900

[1] Veterinary Teaching Hospital, Kasetsart Bangkhen, Faculty of veterinary medicine 10900

คำนำ

ในปัจจุบันวิวัฒนาการในการรักษาและวินิจฉัยโรคในสัตว์เลี้ยง มีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น ส่งผลให้สัตว์เลี้ยงมีอายุยืนยาวมากกว่าในอดีต โดยพบว่าโรคเนื้องอกจัดเป็นกลุ่มโรคสำคัญโรคหนึ่งที่พบได้ในทุกช่วงอายุ โดยเฉพาะในสัตว์เลี้ยงที่อายุมากและเป็นโรคหนึ่งที่เป็นสาเหตุหลักของการตายของสัตว์เลี้ยง และพบว่าในสัตว์เลี้ยงที่อายุมากกว่า 10 ปี พบว่าเนื้องอกเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตถึง 45% (Stephen J.Withrow, 2013) สาเหตุของการเกิดเนื้องอกนั้นยังไม่เป็นที่แน่ชัดนัก แต่พบว่ามีปัจจัยร่วมหลายประการที่ทำให้สุนัขมีความเสี่ยงต่อการเกิดเนื้องอกเพิ่มขึ้น ยกตัวอย่างเช่น อายุ สายพันธุ์ เพศ พันธุกรรม ฮอร์โมน สารเคมี การติดเชื้อ กัมมันตภาพรังสี และอื่นๆ (Carricaburu, 1984; Noul and Capen, 1990) และจากการศึกษาข้อมูลของ Morris Animal Foundation Animal Health survey ในปี 1998 พบว่าโรคเนื้องอกเป็นโรคที่ทำให้สุนัขตายสูงสุด ประมาณ 47% เมื่อเทียบกับโรคหัวใจ (ประมาณ 12%) และโรคไต (ประมาณ 8%) เนื่องจากวิวัฒนาการการรักษาและวินิจฉัยทางสัตวแพทย์มีเพิ่มขึ้น ร่วมกับความสัมพันธ์ในด้านของการเลี้ยงดูที่มีความใกล้ชิดระหว่างสุนัขและมนุษย์ และพบว่าโรคเนื้องอกเป็นโรคที่เจ้าของสัตว์ให้ความสำคัญถึง 41% เมื่อเทียบกับโรคหัวใจ (ประมาณ 7%) (Morris, 2005) จึงพบว่าการเกิดอุบัติการณ์การเกิดโรคเนื้องอกมีเพิ่มขึ้นมากกว่าในอดีต และเป็นที่น่าแปลกใจที่ว่าการศึกษาหาความชุกหรือข้อมูลเกี่ยวกับความชุกของโรคนี้ในประเทศไทยมีการรวบรวมเอาไว้น้อย จึงได้ทำการศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบ ประกอบการศึกษาค้นคว้า เพื่อหาสาเหตุ แนวทางการวินิจฉัย การรักษา และป้องกันโรคนี้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลสัตว์ป่วยและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเนื้องอกในสุนัขกับปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ อายุ เพศ สายพันธุ์ ชนิดและตำแหน่งของเนื้องอกในสุนัข ที่ได้เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ระหว่างเดือน มกราคม 2547 ถึง มิถุนายน 2559 เพื่อข้อมูลเหล่านี้จะได้ใช้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเนื้องอกในสุนัข

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาได้นำข้อมูลสุนัขป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในช่วงระหว่างเดือน มกราคม 2547 ถึง มิถุนายน 2559 จำนวน 4,053 ราย โดยรวบรวมข้อมูลอยู่ในโปรแกรม excel และได้นำมาคัดแยกเฉพาะสุนัขที่มีข้อมูลครบถ้วน ได้แก่ เพศ พันธุ์ อายุและชนิดของเนื้องอกจากการตรวจชิ้นเนื้อจนเหลือจำนวนข้อมูลที่ผ่านหลักเกณฑ์และนำมาใช้ในการวิเคราะห์จำนวน 3,755 ราย

การจำแนกข้อมูลสัตว์ได้แก่ เพศ พันธุ์ อายุ และตำแหน่งของเนื้องอกที่ตรวจพบโดยแบ่งออกตามการศึกษาของ Stephen J.Withrow, (2013) ดังนี้ ระบบผิวหนังและเนื้อเยื่ออ่อน (Skin & Subcutaneous tissue) ส่วนหัวและคอ (Head & Neck) เนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue) ระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal

tract) ระบบทางเดินหายใจ (Respiratory system) ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ(Musculoskeletal system) ระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine system) เนื้องอกที่ติดต่อจากการผสมพันธุ์ (Transmissible venereal tumor) เต้านม (Mammary gland tumor) ระบบสร้างเม็ดโลหิต (Hematopoietic tumor) ระบบประสาทและตา (Nervous & Ocular system) ระบบทางเดินปัสสาวะและสืบพันธุ์ (Urogenital system) ม้าม (Spleen) และตับ (Hepatic)

ผล

จากการแจกแจงข้อมูลประวัติสัตว์ป่วยพบว่าสุนัขเพศเมีย เกิดเนื้องอกมากกว่าสุนัขเพศผู้ และเมื่อพิจารณาเรื่องของสายพันธุ์ พบว่าสุนัขพันธุ์แท้เกิดเนื้องอกมากกว่าสุนัขพันธุ์ผสม(Table1)

Table 1 Distribution of dog tumors by sex and breeds

		Number of dogs	% of tumor
Sex	Male	1,664	44.31%
	Female	2,091	55.69%
	Total	3,755	100.00%
Breed	Pure	2,167	57.70%
	Mixed	1,588	42.30%
	Total	3,755	100.00%

Table 2 Distribution of dog age (years), benign tumors and malignant tumor

Age(year)	Benign tumor %(Number of dogs)	Malignant tumor %(Number of dogs)	Total %(Number of dogs)
0-<1	0	0	0
1-<3	0.24%(9)	1.57% (59)	1.81% (68)
3-<5	0.54%(20)	3.81% (143)	4.35% (163)
5-<7	0.58%(22)	8.71% (327)	9.29% (349)
7-<9	1.12%(42)	17.87% (671)	18.99% (713)
9-<11	1.62% (61)	24.74% (929)	26.36% (990)
11-<13	0.96% (36)	18.37% (690)	19.33% (726)
>13	1.14% (43)	18.72% (703)	19.86% (746)
Total	6.21% (233)	93.79% (3,522)	100% (3,755)

Table 3 Distribution of benign tumors and malignant tumors by age (years)

Age (year)	Benign tumor %(Number of dogs)	Malignant %(Number of dogs)	Total %(Number of dogs)
<5	0.78%(29)	5.38% (202)	6.16%(231)
≥5	5.43%(204)	88.41% (3320)	93.84% (3,524)
Total	6.21% (233)	98.79% (3,522)	100.00% (3,755)

เมื่อพิจารณาชนิดของเนื้องอก (Benign and malignant) กับช่วงอายุของสุนัข (Table2) พบว่าสุนัขที่มีอายุ 5 ปีขึ้นไป (93.84%) เป็นเนื้องอกมากกว่าสุนัขที่มีอายุน้อย 5 ปีลงมา (6.16%) สุนัขที่มีอายุ 5 ปีขึ้นไปพบเป็นเนื้องอกชนิดไม่ร้ายแรง (5.43%) และแบบร้ายแรง (88.41%) ส่วนสุนัขที่มีอายุน้อย 5 ปีลงมาพบเป็นเนื้องอกชนิดไม่ร้ายแรง (0.78%) และแบบร้ายแรง (5.38%)

Table 4 Distribution of benign and malignant tumors associated with system or site

System or site	Benign %(number of dogs)	Malignant %(number of dogs)	Total %(number of dogs)
Skin & Subcutaneous tissue	2.40% (91)	36.99% (1,389)	39.39% (1,480)
Head & Neck	0.99% (37)	10.84% (407)	11.83% (444)
Soft tissue	1.57% (59)	6.39% (240)	7.96% (299)
Gastrointestinal tract	0	0.69% (26)	0.69% (26)
Respiratory system	0	0.19% (7)	0.19% (7)
Musculoskeletal system	0.16% (6)	2.37% (89)	2.53% (95)
Endocrine system	0.03% (1)	0.10% (4)	0.13% (5)
Urogenital system	0.21% (8)	2.85% (107)	3.06% (115)
Transmissible venereal tumor	0	2.10% (79)	2.10% (79)
Mammary gland tumor	0.58% (22)	16.96% (637)	17.54% (659)
Haematopoietic tumor	0	13.15% (494)	13.15% (494)
Nervous & Ocular system	0.16% (6)	0.27% (10)	0.43% (16)
Spleen	0.08% (3)	0.58% (22)	0.66% (25)
Hepatic	0	0.29% (11)	0.29% (11)
Total	6.20% (233)	93.8%(3,522)	100.00% (3,755)

Table 5 Nomenclature of tumor type (number of case) in the retrospective study of dog tumors at Veterinary Teaching Hospital, kasetsart, Bangkhen during January 2002 - june 2016

System or site	Type of tumor	
	Benign	malignant
Skin & Subcutaneous	Histiocytoma (27)	Mast cell tumor (945)
	Perianal gland adenoma (20)	Squamous cell carcinoma (156)
	Hemangioma (10)	Malignant melanoma (106)
	Sebaceous epithelioma (8)	Perianal gland adenocarcinoma (31)
	*other(<5) (26)	*other(<20) (151)
Soft tissue	Lipoma (30)	Fibrosarcoma (90)
	Fibroma (9)	Hemangiosarcoma (51)
	Hemangioma (8)	Hemangiopericytoma (31)
	*Other(<2) (12)	*Other(<25) (68)
Head and neck	Epulide (23)	Malignant melanoma (115)
	Plasmacytoma (3)	Squamous cell carcinoma (87)
	Sebaceous epithelioma (3)	Nasal carcinoma (54)
	*Other(<2) (8)	*Other(<40) (151)
Gastrointestinal tract	N/A	Colorectal adenocarcinoma (6)
		Adenocarcinoma (4)
		Intestinal carcinoma (2)
		*Other(<2) (14)
Respiratory system	N/A	Tracheal carcinoma(2)
		Other(<2) (5)
Musculoskeletal system	Chondroma (3)	Osteosarcoma (70)
	Osteoma (3)	Rhabdomyosarcoma (9)
		Chondrosarcoma (8)
		Chondroblastic osteosarcoma (2)
Endocrine system	Thyroid adenoma (1)	Thyroid gland carcinoma (4)
Urogenital system	Fibroma(3)	Transitional cell carcinoma (42)

	Histiocytoma (2)	Seminoma (25)
	Leiomyoma(3)	Squamous cell carcinoma (7)
		*Other(<6) (33)
Transmissible venereal tumor	N/A	TVT (79)
Mammary gland tumor	Mammary gland adenoma (13)	Mammary gland carcinoma (257)
	Myoepithelioma(3)	Malignant Mammary gland tumor (213)
	*Other(<3) (6)	Mammary gland adenocarcinoma (146)
		Other(<10) (21)
Hematopoietic tumor	N/A	Lymphoma (476)
		CLL (7)
		ALL (6)
		*Other(<2) (5)
Nervous & Ocular system	Meningioma (2)	Malignant melanoma (2)
	*Other(<2) (4)	Squamous cell carcinoma(3)
		*Other(<2) (5)
Spleen	Hemangioma (3)	Hemangiosarcoma (18)
		*Other(<2) (4)
Hepatic	N/A	Hepatic carcinoma(3)
		*Other(<2) (8)

*Type of tumor (number of dogs)

เมื่อพิจารณาระบบหรือตำแหน่งของเนื้องอกที่พบกับชนิดของเนื้องอก พบว่าเนื้องอกระบบผิวหนังและชั้นใต้ผิวหนังพบมากที่สุด(39.39%) โดยพบเป็นเนื้องอกแบบร้ายแรงมากกว่าเนื้องอกแบบไม่ร้ายแรง รองลงมาคือเนื้องอกเต้านม (17.54%) ส่วนเนื้องอกส่วนหัวและคอ เนื้อเยื่ออ่อน และระบบสร้างเม็ดโลหิต พบว่ามีความชุกใกล้เคียงกัน (8-14%) รายละเอียดชนิดเนื้องอกทางจุลพยาธิวิทยากับระบบหรือตำแหน่งของเนื้องอกที่พบในการศึกษานี้แสดงไว้ใน Table 5

สรุปและวิจารณ์

.ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าสุนัขเพศเมียเป็นเนื้องอกมากกว่าสุนัขเพศผู้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Schneider (1978) และยังพบว่าสุนัขเพศเมียมีความชุกของการเกิดเนื้องอกเต้านมสูงเป็นอันดับสองของเนื้องอกในสุนัข (17.54%) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Morris and Dobson (2001)

.ในเรื่องของอายุกับการเกิดเนื้องอกในสุนัขที่พบจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเนื้องอกสามารถพบได้ในทุกช่วงอายุของสุนัขโดยพบมากในช่วงอายุ 5 ปีขึ้นไป สูงถึง 90% ซึ่งตรงกับรายงานของ Moulton (1978) และ carricaburu(1984) ความเป็นไปได้ของการพบเนื้องอกในสุนัขที่มีอายุมาก อาจเนื่องมาจากเมื่อมีอายุมากขึ้น เซลล์ในร่างกายมีความเสื่อมและแบ่งตัวผิดปกติมากขึ้น สุนัขมีโอกาสสัมผัสสารก่อมะเร็งหรือปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเกิดมะเร็งมาเป็นเวลานาน

จากการศึกษานี้ พบสุนัขสายพันธุ์แท้เป็นเนื้องอกมากกว่าสุนัขพันธุ์ผสม อาจมีปัจจัยมาจากสุนัขที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขนส่วนใหญ่เป็นสุนัขที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง ซึ่งเจ้าของสุนัขส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงสุนัขสายพันธุ์แท้ โดยสายพันธุ์แท้ที่พบมากที่สุด 3 อันดับได้แก่ poodle, golden retriever และ cocker spaniel ตามลำดับ

การพบเนื้องอกในระบบผิวหนังและชั้นใต้ผิวหนังมากที่สุดในการศึกษานี้ อาจเป็นไปได้ว่าผิวหนังเป็นอวัยวะที่มีพื้นที่มากที่สุดในร่างกายและสามารถสังเกตเห็นความผิดปกติได้ง่าย รวมทั้งสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยที่มีแสงแดดตลอดทั้งปีซึ่งรังสีUV เป็นหนึ่งในสาเหตุของการเกิดเนื้องอกผิวหนัง โดยพบว่าเนื้องอกชนิด Mast cell tumor เป็นเนื้องอกระบบผิวหนังที่พบมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Stephen J.Withrow (2013) ส่วนเนื้องอกระบบผิวหนังที่พบรองลงมาคือ Squamous cell carcinoma

นอกจากนี้พบว่า จำนวนสุนัขที่เป็นเนื้องอกชนิดร้ายแรง (93.79%) มีจำนวนมากกว่าสุนัขที่เป็นเนื้องอกชนิดไม่ร้ายแรง (6.21%) อย่างชัดเจน อาจเป็นผลมาจาก สุนัขป่วยที่มารักษาที่คลินิกเนื้องอกได้ผ่านการรักษาผ่านการคัดกรอง และ ถูกส่งต่อมารักษาเฉพาะทาง จากหน่วยอายุรกรรม โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน วิทยาเขตอื่นๆ และโรงพยาบาลสัตว์เอกชน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน และหน่วยพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

เอกสารอ้างอิง

Animal health survey. In Companion animal news, Eagle, Wood, Colorado, 1998 and 2005, Morris Animal Foundation.

Carricaburu, J.B. 1984. **Tumors of dogs**. Canine Practice 9-12

Morris,J. and J. Dobson.2001. **Small animal oncology**. Black well Science Ltd.,Oxford. pp 184

Moulton, J.E. 1978. **Tumors in domestic animals**, second edition. University of California press, Berkeley and Los Angeles. pp 6,430

Noul, J.E. and C.C. Capen. 1990. **Tumor in domestic animal**, third edition. California University, USA. pp 612-614

Withrow, S.J. and E.G. MacEwen.2013.**Small animal clinical oncology**, fifth edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia.

สาขาประมง

Subject: Fisheries

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง

Spatial and Temporal Variations on Water Quality at the Lower Mun River

อรวรรณ เวชไชโย[1*] ณรงค์ วีระไวทยะ[1] ไพลิน จิตรชุ่ม[1] และ บุญส่ง ศรีเจริญธรรม[2]

Orawan Wedchaiyo[1*], Narong Veeravaitaya[1], Pailin Jitchum[1] and Boonsong Sricharoendham[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาและประเมินระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง โดยทำการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำรวม 15 พารามิเตอร์ จาก 13 สถานี และ 6 เที่ยวสำรวจ ทุก 2 เดือน ระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปทดสอบและวิเคราะห์สถิติแบบตัวแปรเดียวและหลายตัวแปร

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่างในรอบปีว่ามีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในเชิงเวลามากกว่าเชิงพื้นที่เก็บตัวอย่างตามลำนำ พารามิเตอร์คุณภาพน้ำในกลุ่มของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด และออร์โธฟอสเฟตพบมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำท่ามากของเดือนกรกฎาคม คุณภาพน้ำบริเวณตอนบนและตอนล่างของพื้นที่ที่มีการปิดกั้นด้วยฝายและเขื่อนมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในพารามิเตอร์ของแข็งแขวนลอย การประเมินระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำมูลตอนล่างพบว่ายังจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ถึง 3 และจัดอยู่ในระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำที่มีความสมบูรณ์สูง (eutrophic stage) ตามเกณฑ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ (OECD) ซึ่งยังมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

ABSTRACT

This study was aimed to investigate the spatial and temporal variation of water quality and assess on trophic status of water resource in the lower Mun River. Fifteen water quality parameters were measured and detected from 13 sampling stations and 6 trips as bimonthly sampling during January to November 2015. Data were analyzed by univariate and multivariate statistical methods.

The finding results showed that the variations on water quality were significant difference among the temporal variation higher than the spatial variation. Water quality parameter of total suspended solid, nitrate-nitrogen, total phosphorus and orthophosphate were obviously increased during the high water run-off period in July. Comparison on water quality between the upper part and lower part of weir and dam constructed area was significant difference in total suspended solid. The assessments on water quality standard and trophic status were indicated that the water quality of the lower Mun River was belonging to categories 2 to 3 of the surface water quality standard and eutrophic stage of (OECD) trophic status which is still more appropriated for living of aquatic animal.

Key words: water quality, the lower Mun River, weir, dam

*Corresponding author; e-mail address: jj_melody13@hotmail.co.th

[1]ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Fishery Biology, Faculty of Fishery, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[2]กองผู้เชี่ยวชาญ กรมประมง ถนนพหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]Expert Division, Department of Fisheries, Phaholyothin, Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

คำนำ

คุณภาพน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญและมีส่วนเกี่ยวข้องกับดำรงชีวิตและการเติบโตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ การเปลี่ยนแปลงทางด้านอุทกวิทยาของแม่น้ำจะส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหาร และมีผลต่อเนื่องถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชาคมสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกำลังผลิตและห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตในลำดับชั้นที่สูงขึ้น เริ่มตั้งแต่สัตว์น้ำวัยอ่อนจนถึงสัตว์น้ำขนาดใหญ่ที่จะเติบโตเป็นแหล่งสัตว์น้ำที่มีความมั่นคงทางอาหารและแหล่งโภชนาการทางโปรตีนที่สำคัญของมนุษย์ต่อไป

แม่น้ำมูลเป็นสายน้ำหลักและเป็นแหล่งทรัพยากรสัตว์น้ำจืดที่สำคัญซึ่งเปรียบเสมือนเส้นเลือดใหญ่ที่หล่อเลี้ยงชีวิตของประชากรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำจากแม่น้ำมูลในหลากหลายรูปแบบ ทั้งการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การชลประทานและเกษตรกรรม การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ และการท่องเที่ยว เป็นต้น (กรมชลประทาน, 2557) ปัจจุบันจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมทำให้มีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำในแม่น้ำมูลเพิ่มสูงขึ้น จึงมีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำโดยการสร้างฝายและเขื่อนและโครงการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับลำน้ำจำนวนมาก ในส่วนของลำน้ำมูลตอนล่างพบว่ามีการสร้างฝายและเขื่อนที่มีขนาดใหญ่ปิดกั้นลำน้ำรวม 3 แห่ง ได้แก่ ฝายราษีไศล ฝายหัวนา และเขื่อนปากมูล (ทิวารัตน์ และคณะ, 2556) ในบรรดาสิ่งก่อสร้างที่ปิดกั้นลำน้ำมูลทั้งหมดนั้น ฝายหัวนาเป็นโครงการที่เปิดดำเนินการเป็นลำดับสุดท้ายเมื่อปี 2556 โดยช่วงเวลาภายหลังการสร้างฝายและเขื่อนปิดกั้นลำน้ำและดำเนินการจัดการน้ำที่ผ่านมานั้น สิ่งก่อสร้างดังกล่าวจะก่อให้เกิดผลกระทบและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยาของแม่น้ำมูลในบางพื้นที่และบางช่วงเวลาหรือไม่อย่างไร และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจะส่งผลต่อเนื่องถึงการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของสิ่งชีวิตที่อาศัยอยู่ในลำน้ำซึ่งจะมีผลต่อปริมาณผลผลิตและผลจับสัตว์น้ำในแม่น้ำด้วยหรือไม่

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่และเวลาของคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่างและประเมินสถานภาพความสมบูรณ์ของลำน้ำมูลในบริเวณดังกล่าวรวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นบริเวณที่มีการสร้างฝายและเขื่อนปิดกั้นลำน้ำ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและใช้ประกอบการกำหนดมาตรการในการจัดการสภาพแวดล้อมของแม่น้ำมูลตอนล่างต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ศึกษา

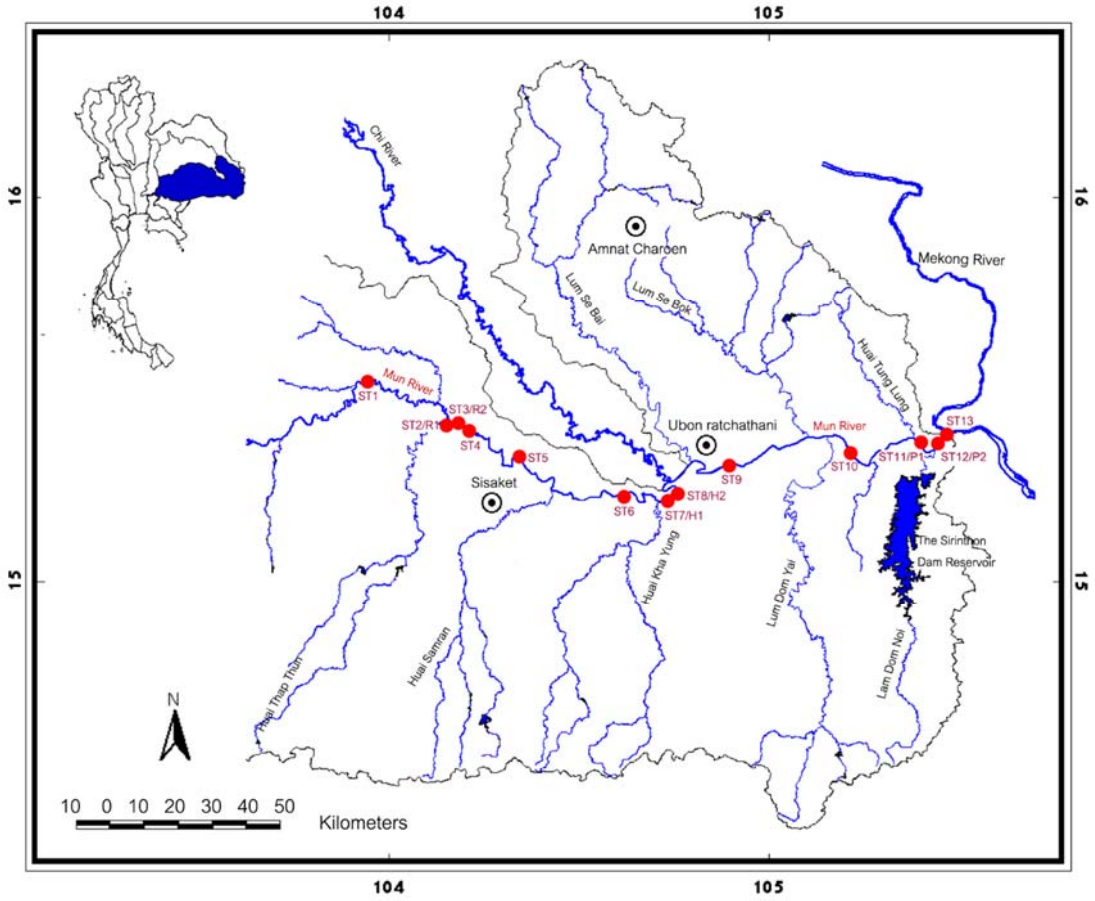
ดำเนินการศึกษาบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง ตั้งแต่ตำบลทับใหญ่ อำเภอรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์ ถึงตำบลโขงเจียม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี ประกอบด้วยสถานีเก็บตัวอย่างรวม 13 สถานี (ST1 –ST13) มีระยะทางตามลำน้ำประมาณ 270 กิโลเมตร โดยใน 13 สถานีดังกล่าวมีสถานีที่ตั้งอยู่ตอนบนของฝายและเขื่อนจำนวน 3 สถานี (R1, H1 และ P1) และสถานีที่ตั้งอยู่บริเวณตอนล่างของฝายและเขื่อนจำนวน 3 สถานี (R2, H2 และ P2) (Figure 1)

ระยะเวลาศึกษา

ดำเนินการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในแม่น้ำมูลตอนล่างรวมทั้งบริเวณที่มีฝายและเขื่อนในช่วงเวลาทุก 2 เดือน รวม 6 เที่ยวสำรวจในรอบปี ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

คุณภาพน้ำที่ศึกษา

ทำการศึกษาคุณภาพน้ำโดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร จากผิวน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบ Ruttner water sampler ซึ่งมีพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ศึกษารวม 15 พารามิเตอร์ ได้แก่ ความลึกน้ำ (m) ใช้ Depth meter (Speedtech SM 5) อุณหภูมิน้ำ (ºC) ความเค็ม (psu) และการนำไฟฟ้า (µS/cm) ใช้ Conductivity meter (YSI EC 300) ความโปร่งแสง (cm) ใช้ Secchi disc plate ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (mg/l) โดยวิธี Gravimetric method ออกซิเจนละลาย (mg/l) โดยวิธี Azide modification ความเป็นกรดเป็นด่าง ใช้ pH meter (Metrohm pH827) ความเป็นด่างทั้งหมดและความกระด้างทั้งหมด (mg/l as $CaCO_3$) โดยวิธี Titrimetric method แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (mg/l) โดยวิธี Phenol-hypochlorite method ไนเตรท-ไนโตรเจน (mg/l) โดยวิธี Cadmium reduction method ฟอสฟอรัสทั้งหมดและออร์โธฟอสเฟต (mg/l) โดยวิธี Ascorbic acid method และคลอโรฟิลล์ เอ (µg/l) โดยวิธี Spectrophotometric method และทำการรวบรวมข้อมูลอุทกวิทยาของปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำมูลตอนล่างจากข้อมูลน้ำท่าของศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (2558)



Stations		Stations	
ST1	Ban Thap Yai	ST7/ H1	Upper Hua Na Weir
ST2/ R1	Upper Rasi Salai Weir	ST8/ H2	Lower Hua Na Weir
ST3/ R2	Lower Rasi Salai Weir	ST9	Ubon Ratchathani Municipality
ST4	Muang Khong Sub District Municipal	ST10	Ban Tha Kho Tai
ST5	Ban Kaeng	ST11/ P1	Upper Pak Mun Dam
ST6	Ban I Pung	ST12/ P2	Lower Pak Mun Dam
		ST13	Ban Dan Kao

Figure 1 River basin location and 13 sampling stations of the lower Mun River (This map was adapted from Hydrology Irrigation Center for Lower Northeastern Region, Royal Irrigation Department)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยพื้นที่และเวลาของคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan new multiple range test วิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายตัวแปรของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ศึกษาทั้งเชิงพื้นที่และเวลาด้วยวิธีการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster Analysis: CA) ยกเว้นพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันตามช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่างและพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของจุดสุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ความแตกต่างของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำระหว่างบริเวณพื้นที่ตอนบนและตอนล่างของแต่ละฝายและเขื่อนด้วยวิธีการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสองประชากรแบบไม่อิสระ (Paired t-Test) ของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่สุ่มตัวอย่างในเดือนเดียวกัน รวมทั้งประเมินระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมทางน้ำของแม่น้ำมูลตอนล่างโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. คุณภาพน้ำและการเปลี่ยนแปลง

1.1 คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง

คุณภาพน้ำทางกายภาพ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางกายภาพของ 13 สถานีเก็บตัวอย่าง และ 6 เที่ยวสำรวจ (Figure 3-4) พบความลึกน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 11.3 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.9±2.2 เมตร โดยมีความลึกมากในสถานีที่อยู่เหนือฝายและเขื่อน อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 23.0 ถึง 35.0 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.4±2.5 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิน้ำมีค่าสูงในเดือนพฤษภาคมและกันยายน และมีค่าต่ำในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและฤดูกาล ความโปร่งแสงมีค่าอยู่ระหว่าง 15 ถึง 200 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.3±45.8 เซนติเมตร โดยความโปร่งแสงของน้ำมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคมและต่ำสุดในเดือนกันยายน และพบมีค่าต่ำสุดที่สถานี ST4 (เทศบาลตำบลเมืองคง) เนื่องจากในช่วงที่ทำการศึกษาสถานีดังกล่าวมีการก่อสร้างผนังกั้นน้ำริมฝั่งทำให้ส่งผลกระทบถึงค่าความโปร่งแสง ซึ่งไม่ได้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยเชิงพื้นที่และเวลาตามปกติทั่วไป ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 2.0 ถึง 56.3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.1±12.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าสูงในช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำท่ามาก (Figure 2) ระหว่างเดือนกรกฎาคมและกันยายน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของอนุชาและคณะ (2555) ที่พบปริมาณของแข็งแขวนลอยของแม่น้ำมูลตอนล่างมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในเดือนกรกฎาคม ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.7 psu มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.14±0.10 psu โดยความเค็มมีค่าสูงสุดที่สถานี ST1 (บ้านทับใหญ่) เนื่องจากอยู่ใกล้เขตพื้นที่ดินเค็มของอำเภอโพนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด (ปานใจ และคณะ, 2556) การนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 73.0 ถึง 1,448.0 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 283.0±202.5 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยพบการนำไฟฟ้ามีค่าสูงสุดที่สถานี ST1 (บ้านทับใหญ่) ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของพื้นที่ดินเค็มที่อยู่ใกล้เคียงเช่นกัน (ปานใจ และคณะ, 2556)

คุณภาพน้ำทางเคมี จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางเคมีของ 13 สถานีเก็บตัวอย่าง และ 6 เที่ยวสำรวจ (Figure 3-4) พบปริมาณออกซิเจนละลายมีค่าอยู่ระหว่าง 4.0 ถึง 9.2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.41±1.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 6.8 ถึง 8.5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.4±0.3 โดยภาพรวมความเป็นกรดเป็นด่างของแม่น้ำมูลมีความแตกต่างกันไม่มาก ความเป็นด่างทั้งหมดมีค่า

อยู่ระหว่าง 18.0 ถึง 55.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.4±8.3 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต โดยความเป็นด่างทั้งหมดมีค่าสูงในเดือนมกราคมและพฤษภาคม ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับผลการศึกษาของเกรียงไกร และคณะ (2543) ที่พบว่าแม่น้ำมูลมีค่าความเป็นด่างทั้งหมดสูงในเดือนมกราคมและพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 50 ถึง 70 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่พบว่าความเป็นด่างทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงในพื้นที่ตอนล่างตั้งแต่สถานี ST7 (เหนือฝายหัวนา) ไปจนถึงสถานี ST13 (บ้านด่านเก่า) ความกระด้างทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 20.0 ถึง 75.0 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.7±10.5 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต โดยความกระด้างทั้งหมดมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคมและมีค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเกรียงไกร และคณะ (2543) ที่พบว่าในเดือนกรกฎาคมเป็นช่วงที่แม่น้ำมูลมีปริมาณความกระด้างทั้งหมดต่ำมาก แอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0251 ถึง 0.3704 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1000±0.0551 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม และพบมีแนวโน้มสูงขึ้นในเขตพื้นที่ชุมชนเมืองที่สถานี ST4 (เทศบาลตำบลเมืองคง) และสถานี ST9 (เทศบาลนครอุบลราชธานี) ไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0103 ถึง1.6100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1433±0.2219 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบมีค่าสูงช่วงที่ปริมาณน้ำท่ามากในเดือนกรกฎาคมและกันยายน

ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0356 ถึง 0.1316 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0685±0.0225 มิลลิกรัมต่อลิตร ออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0016 ถึง 0.0424 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0156±0.0096 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทั้งปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและออร์โธฟอสเฟตมีค่าสูงในช่วงที่ปริมาณน้ำท่ามากในเดือนกรกฎาคมและกันยายน เป็นอิทธิพลของปริมาณน้ำฝนที่ชะล้างผิวหน้าดินนำพาธาตุอาหารลงสู่แม่น้ำมูล การศึกษามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชจากคลอโรฟิลล์ เอ พบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ระหว่าง 3.81 ถึง 25.61 ไมโครกรัมกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.74±3.93 ไมโครกรัมกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงในเดือนกรกฎาคมและพฤศจิกายน และพบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าใกล้บริเวณเหนือฝายและเขื่อน

1.2 การเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์คุณภาพน้ำเชิงพื้นที่และเวลา

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่างจากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเชิงเวลาพบว่าการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่างมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในเชิงเวลามากกว่าเชิงพื้นที่ โดยการเปลี่ยนแปลงเชิงเวลามีลักษณะที่แสดงให้เห็น 3 แบบ คือ 1) พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่มีแนวโน้มแตกต่างกันระหว่างช่วงน้ำท่าน้อยและช่วงน้ำท่ามาก ได้แก่ ความโปร่งแสง ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ออกซิเจนละลาย ความเป็นกรดเป็นด่าง ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด และออร์โธฟอสเฟต 2) พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่มีแนวโน้มแตกต่างกันในบางช่วงเวลา ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ความเป็นด่างทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และคลอโรฟิลล์ เอ และ 3) พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ไม่พบแตกต่างเชิงเวลา ได้แก่ ความเค็ม และการนำไฟฟ้า (Figure 3) เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบความเค็ม การนำไฟฟ้า และความกระด้างทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนพารามิเตอร์คุณภาพน้ำอื่นๆพบมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่มีลักษณะที่แสดงให้เห็น 2 แบบ คือ 1) พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่มีแนวโน้มแตกต่างเชิงพื้นที่ ได้แก่ ความลึก ความเค็ม การนำไฟฟ้า ความโปร่งแสง ออกซิเจนละลาย ความเป็นด่างทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด ไนเตรท-ไนโตรเจน และคลอโรฟิลล์ เอ และ 2) พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ไม่พบแตกต่างเชิง

พื้นที่ ได้แก่ อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด และออร์โธฟอสเฟต (Figure 4) เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติพบความเค็ม การนำไฟฟ้า และความกระด้างทั้งหมด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะในพื้นที่ตอนบนสุดสถานีที่ 1 (ST1) เป็นผลมาจากอิทธิพลของพื้นที่ดินเค็ม ส่วนพารามิเตอร์คุณภาพน้ำอื่นๆไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

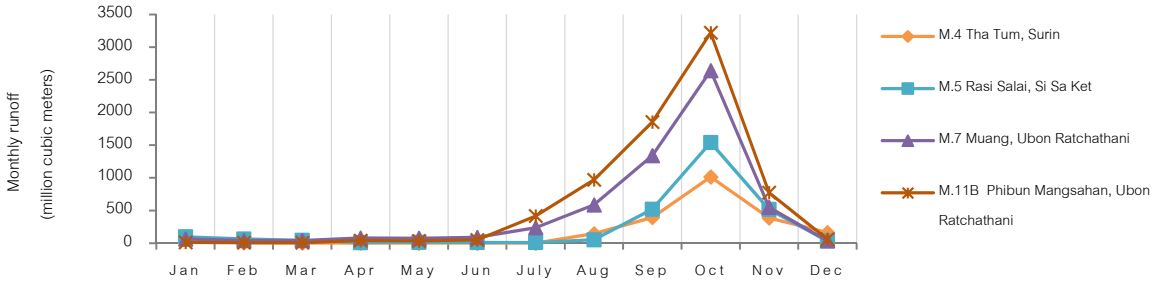


Figure 2 Mean monthly runoff in 2015 of 4 monitoring stations of the lower Mun River

Source: Hydrology Irrigation Center for Lower Northeastern Region, Royal Irrigation Department

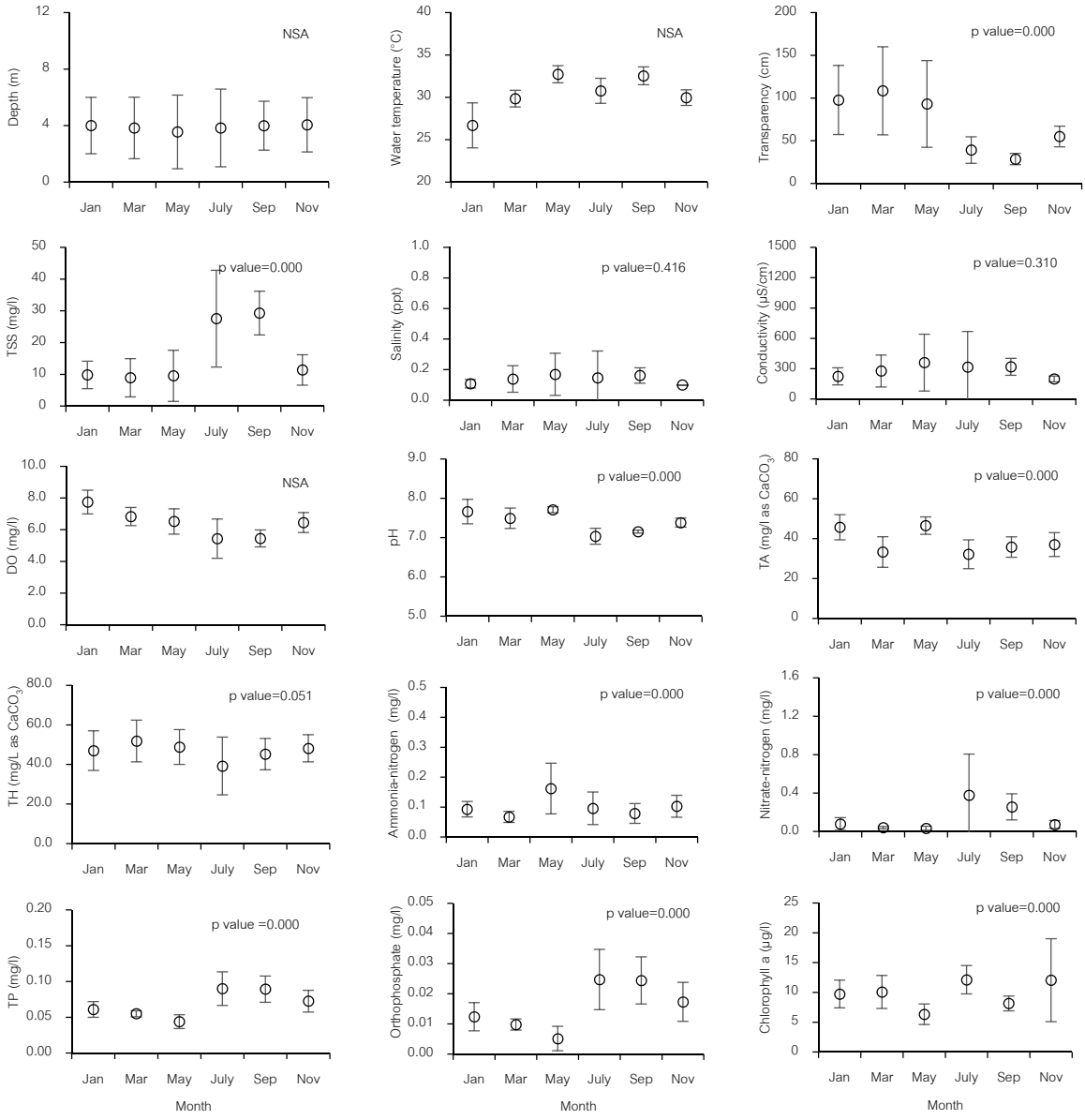


Figure 3 Temporal variations in mean value (±SD) of the water quality at the lower Mun River

NSA=No Statistical Analysis, DO= Dissolved Oxygen, TSS=Total Suspended Solid, TA=Total Alkalinity, TH=Total Hardness and TP=Total Phosphorus

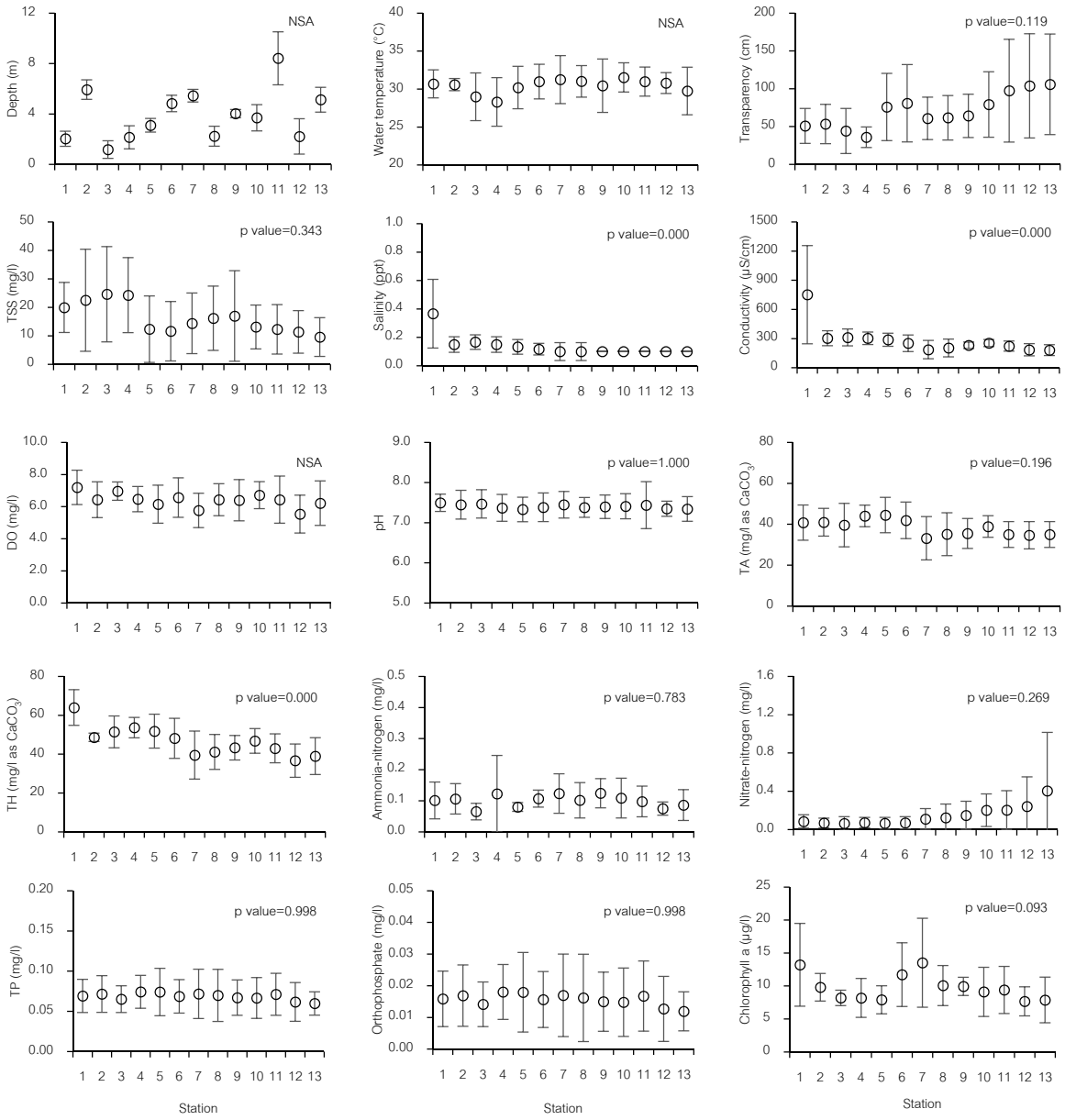


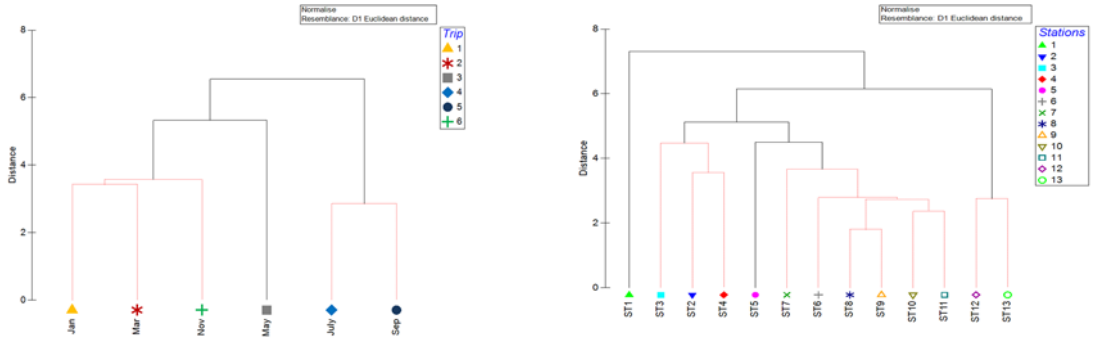
Figure 4 Spatial variations in mean value (±SD) of the water quality at the lower Mun River

1.3 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำโดยรวม

จากการศึกษาโดยการวิเคราะห์ข้อมูลพารามิเตอร์คุณภาพน้ำโดยรวมด้วยวิธีวิเคราะห์สถิติแบบหลายตัวแปรของวิธีวิเคราะห์การจัดกลุ่ม พบว่าการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำโดยรวมในเชิงเวลาของ 6 เที่ยวสำรวจในรอบปี สามารถแบ่งความแตกต่างได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ 1) กลุ่มช่วงฤดูแล้ง (ปริมาณน้ำท่าน้อย) ในเดือนมกราคม มีนาคม และพฤศจิกายน 2) กลุ่มช่วงต้นฤดูฝน (ปริมาณน้ำท่าน้อย) ในเดือนพฤษภาคม และ 3) กลุ่มช่วงฤดูฝน (ปริมาณน้ำท่ามาก) ในเดือนกรกฎาคม และกันยายน (Figure 5)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำโดยรวมเชิงพื้นที่ของ 13 สถานีเก็บตัวอย่างในรอบปี พบมีความแตกต่างกันแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ 1) กลุ่มพื้นที่ตอนบนสุดที่สถานี ST1, 2) กลุ่มพื้นที่ตอนบนบริเวณใกล้ฝายราษีไศลที่สถานี ST2, ST3 และ ST4, 3) กลุ่มพื้นที่ตอนกลางด้านบนที่ไม่มีลำน้ำสาขาไหลลงที่สถานี ST5,

4) กลุ่มพื้นที่ตอนกลางของบริเวณระหว่างเหนือฝายหัวนาถึงเหนือเขื่อนปากมูลที่สถานี ST6, ST7, ST8, ST9, ST10 และ ST11 และ 5) กลุ่มพื้นที่ตอนล่างบริเวณท้ายเขื่อนปากมูลที่สถานี ST12 และ ST13



(a) (b)

Figure 5 Dendogram of cluster analysis by using of water quality parameter at the lower Mun River, 2015 (a) temporal analysis (b) spatial analysis

2. คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ที่มีการปิดกั้นด้วยฝายและเขื่อน

จากการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ที่มีการปิดกั้นด้วยฝายและเขื่อนรวม 3 แห่ง ได้แก่ ฝายราษีไศล ฝายหัวนา และเขื่อนปากมูล เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำพบว่าคุณภาพน้ำเกือบทุกพารามิเตอร์มีแนวโน้มแตกต่างกันระหว่างบริเวณพื้นที่ตอนบนและตอนล่างของฝายและเขื่อน โดยพบคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์ที่มีค่าลดลงบริเวณพื้นที่ตอนล่างของฝายและเขื่อน ได้แก่ ความลึก อุณหภูมิน้ำ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด ออร์โธฟอสเฟต และคลอโรฟิลล์ เอ แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Paired t-Test พบค่าของแข็งแขวนลอยบริเวณฝายหัวนามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งตอนล่างของฝายหัวนามีค่าสูงกว่าตอนบนซึ่งเป็นอิทธิพลจากฤดูกาลและการเปิดประตูระบายน้ำ ส่วนพารามิเตอร์คุณภาพน้ำอื่นๆไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) (Figure 6)

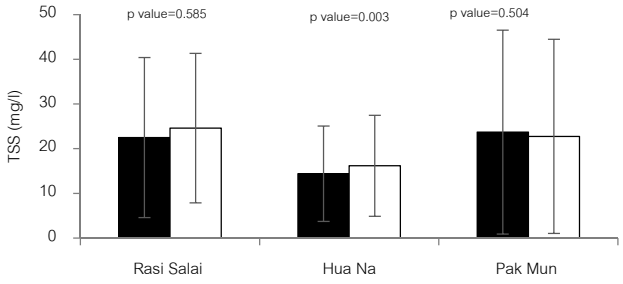


Figure 6 Mean value (±SD) of Total Suspended Solid and between upper part and lower part of three weir and dam constructed areas at the lower Mun River

3. ระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมทางน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง

3.1 ระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำ

การประเมินระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำมูลตอนล่างโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด (ไมตรี, 2530) พบปริมาณออกซิเจนละลายมีค่าในระดับที่เพียงพอและเหมาะสม

ต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนความเป็นกรดเป็นด่างก็มีค่าเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำเช่นกัน (มีค่าอยู่ในช่วง 5 ถึง 9) สำหรับค่าความโปร่งแสงและของแข็งแขวนลอยพบมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำจืดโดยเฉพาะในเดือนกรกฎาคมและกันยายนเนื่องจากอิทธิพลของปริมาณน้ำท่าที่ไหลหลากในแม่น้ำมูล

ในส่วนของการประเมินระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำมูลตอนล่างโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 8 (2537) พบคุณภาพน้ำโดยรวมของแม่น้ำมูลตอนล่างจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ถึง 3 (เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุง เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ เพื่อการประมง เพื่อการว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ และเพื่อการเกษตร) โดยในช่วงเดือนกรกฎาคมและกันยายนจัดอยู่ในประเภทที่ 3 (ออกซิเจนละลายไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร) และในช่วงเดือนมกราคม มีนาคม พฤษภาคม และพฤศจิกายน จัดอยู่ในประเภทที่ 2 (ออกซิเจนละลายไม่น้อยกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

3.2 เกณฑ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

จากการประเมินสถานภาพความสมบูรณ์โดยเกณฑ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำด้วยพารามิเตอร์คุณภาพน้ำของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและคลอโรฟิลล์ เอ ของแม่น้ำมูลตอนล่าง เปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่เสนอโดย OECD (1982) (Table 1) พบว่าสถานภาพความสมบูรณ์โดยปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมดและคลอโรฟิลล์ เอ ของแม่น้ำมูลตอนล่าง มีค่าสูงในทุกเที่ยวสำรวจและทุกสถานีเก็บตัวอย่าง ซึ่งแสดงว่าคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำของแม่น้ำมูลตอนล่างจัดอยู่ในแหล่งน้ำที่มีระดับความสมบูรณ์สูง (eutrophic) (Figure 7) โดยระดับความสมบูรณ์ดังกล่าวพบมีความผันแปรต่างกันตามช่วงเวลาในรอบปีดังนี้ ในช่วงเดือนพฤษภาคมมีระดับความสมบูรณ์ต่ำลงเข้าใกล้ระดับความสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic) ในขณะที่ในช่วงเดือนกรกฎาคมและกันยายน พบมีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้นเข้าสู่ระดับความอุดมสมบูรณ์สูงมาก (hypertrophic) โดยการเพิ่มของระดับความสมบูรณ์พบว่ามีอิทธิพลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดซึ่งมีค่าสูงในช่วงที่มีน้ำท่ามากจากการชะล้างผิวหน้าดินผ่านพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมลงสู่แหล่งน้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Mc Garrigle และ Donnelly (2003) ในแม่น้ำ Deel ที่รายงานว่าพื้นที่เกษตรกรรมเป็นแหล่งที่มาหลักที่นำฟอสฟอรัสลงสู่แม่น้ำ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมีการติดตามเฝ้าระวัง และหาแนวทางในการป้องกันและควบคุมกิจกรรมและแหล่งที่มาของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสดังกล่าว

Table 1 Trophic status for water quality by OECD (1982)

	Trophic Status				
	Ultraoligotrophic	Oligotrophic	Mesotrophic	Eutrophic	Hypertrophic
Mean total phosphorus (µg/l)	≤4	≤10	10-35	35-100	≥100
Mean chlorophyll a (µg/l)	≤1	≤2.5	2.5-8	8-25	≥25

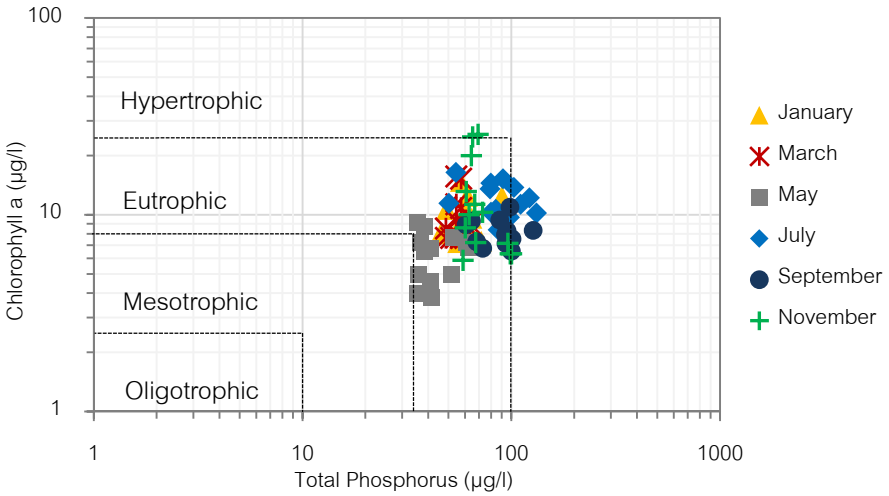


Figure 7 Trophic status at the lower Mun River which investigated by total phosphorus and chlorophyll a

สรุป

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่างมีผลมาจากความแตกต่างเชิงเวลาหรือปริมาณน้ำท่าในรอบปีมากกว่าความแตกต่างเชิงพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาพบมีความแตกต่างกันแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มช่วงฤดูแล้ง กลุ่มช่วงฤดูต้นฝน และกลุ่มช่วงฤดูฝน ส่วนการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่มีความแตกต่างกันตามระยะทางของลำน้ำแบ่งได้ 5 กลุ่ม คือ กลุ่มพื้นที่ตอนบนสุด กลุ่มพื้นที่ตอนบนบริเวณใกล้ฝายราษีไศล กลุ่มพื้นที่ตอนกลางด้านบนที่ไม่มีลำน้ำสาขาไหลลง กลุ่มพื้นที่ตอนกลางของบริเวณระหว่างเหนือฝายหัวนาถึงเหนือเขื่อนปากมูล และกลุ่มพื้นที่ตอนล่างบริเวณท้ายเขื่อนปากมูล ค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ตอนบนและตอนล่างที่มีการปิดกั้นด้วยฝายและเขื่อนพบมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยเฉพาะค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ระดับเกณฑ์คุณภาพน้ำโดยรวมจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ถึง 3 และมีเกณฑ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำอยู่ในระดับความสมบูรณ์สูง (eutrophic stage) ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทีมงานกลุ่มงานวิจัยสิ่งแวดล้อมทางการประมงน้ำจืด สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด กรมประมง ที่ช่วยเหลือในการออกพื้นที่เก็บตัวอย่างและให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำ และขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง ทำให้งานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2557. **ลุ่มน้ำมูล**. แหล่งที่มา:http://web.rid.go.th/lproject/const/water25/25river/05 mull.ppt, 20 สิงหาคม 2557.

เกรียงไกร สถาพรวานิชย์, วาริณี พละสาร, รัตนาพร จันทุมา, ประจักษ์ จันทร์ตรี, วรายุทธ ทัพซ้าย, ดวงดาว สัตยากูล และจิตรลดา เดชาติวงศ์. 2543. **คุณสมบัติของน้ำ**, น. III1-III19. ใน โครงการการศึกษาความ

หลากหลายทางนิเวศวิทยาและระบบการเกษตรบริเวณเขื่อนปากมูล. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.

ทิวารัตน์ เถลิงเกียรติลีลา, เรณู สิริมงคลถาวร, บุญส่ง ศรีเจริญธรรม, ศิราณี งอยจันทร์ศรี, ปวีณา ผิวขำ, ผ่องใส จันทร์ศรี, นงนุช สุวรรณเพ็ง และนฤพล สุขุมาสาวิน. 2556. **รูปแบบและการบริหารจัดการประตูระบายน้ำที่ส่งผลต่อการอพยพของปลาผ่านฝายและเขื่อนในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำโขง**, น.28-29. ใน รายงานการประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2556. กรมประมง. กรุงเทพฯ.

ปานใจ สารพันโชติวิทยา, เอกชัย แก้วมาตย์, ทวีวงศ์ พูลทอง และรัตนา ปรีดาสามารถ. 2556. **การศึกษา วิจัย พัฒนาพื้นที่ดินเค็ม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ระยะที่2: ขยายผล) จังหวัดร้อยเอ็ด**. สำนักทรัพยากรแร่กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ. 94 หน้า.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2530. **เกณฑ์คุณภาพน้ำ เพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 75. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. กรุงเทพฯ. 38 หน้า

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. **สภาพน้ำท่า**. แหล่งที่มา. http://hydro-4.com, 10 กรกฎาคม 2559.

อนุชา เพียรชนะ, นันทพร มณีรัตน์, จุฑารัตน์ ไชยสนาม และ อรพรรณ วงศรีแก้ว. 2555. **การใช้แพลงก์ตอนชนิดเด่นในการชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง**, น. 457-464. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50 (สาขาวิทยาศาสตร์และสาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Mc Garrigle, M.L. and Donnelly, K. 2003. **Phosphorus loading from a rural catchment – River Deel, Co. Mayo, Ireland, – a tributary of Lough Conn**. Diffuse Pollution Conference Dublin 2003, 1D, 1:80–86.

Organization for Economic Cooperation and Development. 1982. **Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control**. Final Report. Environmental Directorate, OECD, Paris. 154 pp.

ผลของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินต่อการลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่ากึ่งบริสุทธิ์

Effect of *β*-cyclodextrin on Cholesterol Removal in Semi-refined Tuna Oil

เบญจพร ตั้งวิชัย[1] จีรภา หินซุย[1] จุฑา มุกดาสนิท[1] และ วันชัย วรวัฒนเมธีกุล[1*]

Benchaporn Tangwichai[1], Jirapa Hinsui[1], Juta Mookdasanit[1] and Wanchai Worawattanamateekul[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินต่อการลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่ากึ่งบริสุทธิ์ซึ่งมีปริมาณคอเลสเตอรอลตั้งต้น 955.29 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำมัน จากการศึกษาพบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินปริมาณร้อยละ12-28 ของน้ำหนักน้ำมันปลาทูน่า 100 กรัม สามารถลดคอเลสเตอรอลได้ร้อยละ 53.0-88.8 สภาวะที่เหมาะสมของการลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่า คือ ผสมบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน 20 กรัม ในน้ำ 200 มิลลิลิตร ก่อนนำไปกวนผสมกับน้ำมันปลาทูน่า 100 กรัม ที่ความเร็ว 400 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถลดคอเลสเตอรอลได้ร้อยละ 89 เมื่อวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันปลาทูน่าที่ผ่านการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินพบว่าสามารถลดค่าความเป็นกรดเนื่องจากการลดของกรดไขมันอิสระ ในขณะที่มีการเพิ่มขึ้นของค่าแอนนิซิดีนของน้ำมันเล็กน้อย นอกจากนี้การใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินยังช่วยปรับปรุงคุณภาพของสีน้ำมันปลาทูน่าให้ดีขึ้นได้ และไม่พบการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันสำคัญโดยเฉพาะกลุ่มโอเมกา 3 ได้แก่ Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA)

ABSTRACT

Effects of *β*-cyclodextrin on cholesterol removal in semi-refined tuna oil were studied. The initial amount of cholesterol in semi-refined tuna oil was 955.29 mg/100 g. In the present study, addition of *β*-cyclodextrin from 12-28% (g/100g tuna oil) provided about 53.0-88.8% cholesterol removal. The optimum condition for cholesterol removal in the tuna oil was the following; *β*-cyclodextrin 20 g and distilled water 200 ml were mixed with 100 g tuna oil at 400 rpm mixing speed 60°C for 30 minutes. The cholesterol removal was 89% in this condition. At the optimized condition, acid value of the treated tuna oil was decreased due to removal of free fatty acid while *p*-anisidine value was slightly increased. The color improvement of the treated tuna oil was observed and fatty acid compositions especially omega-3 fatty acid, Eicosapentaenoic acid (EPA) and Docosahexaenoic acid (DHA) contents did not significantly change after treated with *β*-cyclodextrin.

Key Words: cholesterol, *β*-cyclodextrin, tuna oil

* Corresponding author; e-mail address: ffiswcw@ku.ac.th

[1]ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

น้ำมันปลาทูน่าเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่อุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมกา 3 โดยเฉพาะกรด-ไอโคซาเพนทาอีโนอิก (Eicosapentaenoic acid, EPA) และกรดโดโคซาเฮกซาอีโนอิก(Docosahexaenoic-acid, DHA) ที่มีบทบาทและความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์ มีรายงานการศึกษาพบว่าสามารถใช้ป้องกันโรคหัวใจขาดเลือด ลดปริมาณไขมันในเส้นเลือด ป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งบางชนิด ลดอาการปวดบวมอักเสบจากโรคข้อกระดูก ช่วยในการพัฒนาระบบประสาท สมอง และจอประสาทตาของเด็ก และประโยชน์ต่าง ๆ อีกมากมาย (Norum, 1992) น้ำมันปลาจึงเป็นที่นิยมสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ แต่อย่างไรก็ตามน้ำมันปลามีองค์ประกอบของคอเลสเตอรอลตามธรรมชาติในปริมาณที่สูงด้วยเช่นเดียวกัน ประมาณ 500-800 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (Yavari *et al.,* 2010) จากการศึกษาในมนุษย์และสัตว์เมื่อได้รับคอเลสเตอรอลและไขมันอิ่มตัวจะทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในพลาสมาเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลต่อความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและระบบหลอดเลือดอุดตัน ผู้บริโภคจึงให้ความสำคัญกับปริมาณคอเลสเตอรอลในผลิตภัณฑ์อาหารที่บริโภคมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีคอเลสเตอรอล หรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลดคอเลสเตอรอลให้มีปริมาณน้อยจึงได้รับความสนใจและเป็นที่ต้องการของตลาด มีการศึกษาวิธีการลดคอเลสเตอรอลและนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวางโดยสามารถใช้วิธีทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ ได้แก่ การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ การย่อยสลายโดยใช้จุลินทรีย์และเอนไซม์ การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต และการใช้สารดูดซับ เป็นต้น อย่างไรก็ตามวิธีส่วนใหญ่ไม่มีความเฉพาะเจาะจงและทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการไปบางส่วน สารดูดซับที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับคอเลสเตอรอลได้ดีที่ได้รับความสนใจและศึกษาอย่างแพร่หลาย คือ บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินซึ่งเป็นวงแหวนโอลิโกแซ็คคาไรด์เชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1-4 ไกลโคซิ-ดิกประกอบกันด้วยโมเลกุลของกลูโคส 7 โมเลกุล โครงสร้างรอบนอกของวงแหวนเป็นส่วนที่ชอบน้ำมีความสามารถในการละลายน้ำได้ ส่วนโครงสร้างภายในวงแหวนเป็นส่วนที่ไม่ชอบน้ำการจัดเรียงโมเลกุลของโครงสร้างภายในจะสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อน (Inclusion complex) กับสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ รวมถึงคอเลสเตอรอลได้ (Alonso *et al.,* 2009) จึงถูกนำมาใช้ลดคอเลสเตอรอลในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น นม (Kim *et al.,* 2004) เนยแข็ง (Kwak *et al.,* 2002) ครีม (Han *et al.,* 2007; Ha *et al.,* 2010) น้ำมันตับหมึก (Lee *et al.,* 2010) น้ำมันตับปลาคอด (Chang *et al.,* 2010) น้ำมันหมู (Yen and Chen, 2000; Kim *et al.,* 2007) และไขมันอูฐ (Elsanhoty *et al.,* 2011) นอกจากนี้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่สำคัญ เช่น สามารถบริโภคได้ ไม่มีความเป็นพิษ ดูดซับความชื้นได้ดี มีความคงตัว และแยกออกได้ง่าย (Kwak *et al.,* 2002) จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

ผู้วิจัยจึงสนใจในการนำบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินมาช่วยลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่าโดยศึกษาในตัวอย่างน้ำมันปลาทูน่ากึ่งบริสุทธิ์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินในเบื้องต้นที่สามารถลดคอเลสเตอรอลได้มากกว่าร้อยละ 80 โดยผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลในการประยุกต์ใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมในขั้นตอนการทำบริสุทธิ์น้ำมันปลาทูน่าสำหรับบริโภค และใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

1. น้ำมันปลาทูน่ากึ่งบริสุทธิ์ (Semi-refined tuna oil) จากบริษัท ที. ซี. ยูเนียน อโกรเทค จำกัด จังหวัดสมุทรสาคร เก็บรักษาในขวดอะลูมิเนียมพ่นด้วยแก๊สไนโตรเจนก่อนปิดฝาและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสก่อนนำมาศึกษาซึ่งมีปริมาณคอเลสเตอรอลตั้งต้น 955.29 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำมัน

2. บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน (β-Cyclodextrin) จากบริษัท Wako

การลดคอเลสเตอรอลด้วยบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน

1. ศึกษาผลของความเข้มข้นของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่ระดับต่าง ๆ 5 ระดับ คือ ที่ปริมาณร้อยละ 12, 16, 20, 24 และ 28 ของน้ำหนักน้ำมันปลาทูน่า 100 กรัม ใช้วิธีการทดลองที่ดัดแปลงจากวิธีของ Chang *et al.* (2010)

โดยผสมบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ก่อนที่จะเติมในน้ำมันปลาทูน่า 100 กรัม กวนผสมให้เข้ากันที่ความเร็ว 400 rpm อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปเหวี่ยงแยกที่ 10,000×*g* เป็นเวลา 10 นาที เก็บชั้นของน้ำมันระเหยเอาน้ำออกแล้วไปวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลโดยใช้เครื่อง Gas Chromatography ดัดแปลงจากวิธีของ Will และ Greenfield (1984) และเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมโดยพิจารณาคัดเลือกที่ความสามารถในการลดปริมาณคอเลสเตอรอลได้มากกว่าร้อยละ 80 โดยคำนวณร้อยละของความสามารถในการลดปริมาณคอเลสเตอรอล ดังนี้

$$\text{ความสามารถในการลดคอเลสเตอรอล (\%)} = \frac{(A-B) \times 100}{A}$$

A = ปริมาณคอเลสเตอรอลในตัวอย่างน้ำมันตั้งต้น (Untreated) มีหน่วยเป็น mg/100 g

B = ปริมาณคอเลสเตอรอลในตัวอย่างน้ำมันที่ใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน (Treated with β-CD) มีหน่วยเป็น mg/100 g

2. ศึกษาผลของระยะเวลาในการผสมของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ที่ระยะเวลาในการกวนผสม 5, 10, 20 และ 30 นาที ใช้วิธีการทดลองที่ดัดแปลงจากวิธีของ Chang *et al.* (2010)

โดยผสมบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินระดับความเข้มข้นที่คัดเลือกจากผลการศึกษาในข้อ 1 ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตรก่อนที่จะเติมในน้ำมันปลาทูน่า 100 กรัม กวนผสมให้เข้ากันที่ความเร็ว 400 rpm อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปเหวี่ยงแยกที่ 10,000×*g* เป็นเวลา 10 นาที เก็บชั้นของน้ำมันระเหยเอาน้ำออกแล้วไปวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอล และเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการผสมที่เหมาะสมต่อความสามารถในการลดปริมาณคอเลสเตอรอลตามวิธีการในข้อ 1.

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำมันปลาทูน่าหลังจากใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน

เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมของความเข้มข้นของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินและระยะเวลาในการผสมของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินต่อการลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่า นำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำมันปลาทูน่าก่อนและหลังจากใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน ดังนี้

1. คุณสมบัติทางเคมี

1.1 ค่าความเป็นกรด (Acid value: AV) (AOCS Ca 5a-40, 1998)

1.2 ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value: PV) (AOCS Cd 8-53, 1998)

1.3 ค่าแอนนิซิดีน (*p*-anisidine value: *p*-AV) (AOCS Cd 18-90,1998)

1.4 ค่า TOTOX (AOCS Cg 3-91, 1998)

2. คุณสมบัติทางกายภาพ

2.1 วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Minolta รุ่น CM-3500d

3. องค์ประกอบและปริมาณกรดไขมัน (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การลดคอเลสเตอรอลด้วยบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน ได้วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยเทคนิค ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's range test (DMRT) และการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำมันปลาทูน่า วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลระหว่าง 2 กลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการลดคอเลสเตอรอลด้วยบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

จากการศึกษาผลของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในการลดปริมาณคอเลสเตอรอล เมื่อผสมบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินในน้ำจะสามารถละลายได้เล็กน้อยและส่วนใหญ่ยังคงกระจายตัวอยู่ในน้ำ จากนั้นนำไปกวนผสมกับน้ำมันปลาทูน่า ของผสมได้เป็นอิมัลชันละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน สีเหลืองอ่อน มีความหนืดเล็กน้อย โมเลกุลของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินเป็นวงแหวนคล้ายโดนัทโครงสร้างรอบนอกของวงแหวนเป็นส่วนที่ชอบน้ำมีความสามารถในละลายน้ำได้และช่องว่างภายในวงแหวนเป็นส่วนที่ไม่ชอบน้ำรัศมีภายในมีขนาดพอดีกับโมเลกุลคอเลสเตอรอล (Affinity) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนจึงสามารถเก็บกักคอเลสเตอรอลภายในช่องว่าง ก่อนเหวี่ยงแยกตะกอนบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินออกจากน้ำมัน (Alonso *et al.,* 2009) แต่ที่ความเข้มข้นบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินร้อยละ 12 เมื่อผสมแล้วเกิดอิมัลชันเพียงบางส่วน กล่าวคือ มีชั้นน้ำด้านล่างและอิมัลชันด้านบน และพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินความเข้มข้นร้อยละ 12 ถึง 28 ของน้ำหนักน้ำมันปลา-ทูน่าสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลได้ร้อยละ 53.0-88.8 และไม่แตกต่างกันที่ระดับความเข้มข้นของบีตา-

ไซโคลเด็กซ์ทรินร้อยละ 24 และ 28 (p>0.05) แสดงให้เห็นว่าการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 24 ของน้ำหนักน้ำมันปลาทูน่ามีประสิทธิภาพสูงที่สุดสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลได้ร้อยละ 87.7±1.1 (Table 1) เมื่อกวนผสมในอัตราส่วนน้ำมันปลาทูน่าต่อน้ำกลั่น 1:2 ที่ความเร็ว 400 rpm อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ผลผลิตของน้ำมันที่ผ่านการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 12, 16, 20, 24 และ 28 ของน้ำหนักน้ำมันปลาทูน่า หลังจากเหวี่ยงแยกเอาตะกอนบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินและระเหยเอาน้ำออก จะได้ผลผลิตของน้ำมันเท่ากับร้อยละ 78.4±0.5, 73.3±0.9, 67.3±1.0, 61.1±1.6 และ 60.1±1.1 ตามลำดับ

ปริมาณบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมสำหรับลดปริมาณคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่าใกล้เคียงกับผลการทดลองในน้ำมันที่ได้จากสัตว์น้ำของ Chang *et al.* (2010) ที่ศึกษาความเข้มข้นของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่เชื่อมต่อด้วยกรดอะดิพิกที่ร้อยละ 15-30 สามารถลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันตับปลาคอดได้ร้อยละ 73.38-80.45 และผลการศึกษาของ Lee *et al*. (2010) พบว่าความเข้มข้นของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่เชื่อมต่อด้วยกรดอะดิพิกที่ร้อยละ 15-25 สามารถลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันตับหมึกได้ร้อยละ 80.04-87.08 แต่จะแตกต่างจากผลการศึกษาของ Elsanhoty *et al*. (2011) ที่ใช้ความเข้มข้นของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินเพียงร้อยละ 1-10 สามารถลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันอูฐได้ถึงร้อยละ 88.89-95.53 ทั้งนี้ปริมาณบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์

ทั้งนี้การใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 20, 24 และ 28 ของน้ำหนักน้ำมันปลาทูน่าสามารถลดคอเลสเตอรอลได้มากกว่าร้อยละ 80 ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 ของน้ำหนักน้ำมันปลาทูน่า สำหรับศึกษาผลของระยะเวลาในกวนผสมที่ระดับต่าง ๆ ในลำดับต่อไป เนื่องจากการเลือกใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 24 อาจไม่เห็นความแตกต่างเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการลดคอเลสเตอรอลสูงอยู่แล้ว และหากปัจจัยดังกล่าวมีประสิทธิภาพการเพิ่มความสามารถในการลดคอเลสเตอรอลได้จะเป็นการลดปริมาณบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินสามารถลดต้นทุนและลดปริมาณเศษเหลือจากตะกอนของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินในกระบวนการผลิตอีกด้วย

Table 1 Effect of various *β*-cyclodextrin concentrations on cholesterol removal from semi-refined tuna oil

***β*-cyclodextrin** (%, g/100g tuna oil)	**Cholesterol removal (%)**[1/]
12	53.0 ± 0.5[d]
16	74.4 ± 0.3[c]
20	84.2± 0.5[b]
24	87.7± 1.1[a]
28	88.8 ± 0.6[a]

1/ Means within a column with different superscript letters difference ($p<0.05$)

Means of triplicate. Factors of cholesterol removal: Ratio of tuna oil to distilled water; 1:2, mixing temperature 60 °C, mixing speed 400 rpm, mixing time 20 min.

ผลของการลดคอเลสเตอรอลด้วยระยะเวลาในการผสมของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่แตกต่างกัน

การศึกษาผลของระยะเวลาการผสมในการลดปริมาณคอเลสเตอรอล โดยใช้ความเข้มข้นบีตา-ไซโคล-เด็กซ์ทรินร้อยละ 20 ต่อน้ำหนักน้ำมัน ระยะเวลาในการผสมที่ทำการศึกษาอยู่ระหว่าง 5-30 นาที พบว่าทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษาสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลได้มากกว่าร้อยละ 80 และมีประสิทธิภาพในการลดคอเลสเตอรอลได้สูงที่สุดร้อยละ 89 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการกวนผสมเป็น 30 นาที (Table 2) การเพิ่มระยะเวลาในการผสมช่วยเพิ่มความสามารถในการจับโมเลกุลของคอเลสเตอรอลไว้ภายในโครงสร้างของบีตา-ไซโคลเด็กซ์-ทรินได้ และผลผลิตของน้ำมันที่ผ่านการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 ของน้ำหนักน้ำมันปลา

ทูน่า และใช้ระยะเวลาในการผสมที่ 5, 10, 20 และ 30 นาที หลังจากเหวี่ยงแยกเอาตะกอนบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน และระเหยเอาน้ำออก จะได้ผลผลิตของน้ำมันเท่ากับร้อยละ 64.1±1.7, 66.7±1.4, 67.3±1.0 และ 67.3±1.3 ตามลำดับ

Table 2 Effect of various mixing times on cholesterol removal from semi-refined tuna oil using β-cyclodextrin

Mixing times (min.)	Cholesterol removal (%)[1/]
5	82.2 ± 1.0[c]
10	85.1 ± 0.9[b]
20	84.2± 0.5[b]
30	89.0± 1.1[a]

1/ Means within a column with different superscript letters difference (p<0.05)

Means of triplicate. Factors of cholesterol removal: 20% β-cyclodextrin concentration (g/100 g tuna oil), Ratio of tuna oil to distilled water; 1:2, mixing temperature 60 °C, mixing speed 400 rpm.

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำมันปลาทูน่าหลังจากใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน

จากการนำสภาวะที่เหมาะสมของการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินต่อการลดปริมาณคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่า คือ ความเข้มข้นบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินร้อยละ 20 ต่อน้ำหนักน้ำมัน อัตราส่วนระหว่างน้ำมันปลาทูน่าต่อน้ำ 1:2 กวนผสมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็ว 400 rpm ระยะเวลา 30 นาที มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันปลาโดยมีผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันและคุณสมบัติด้านต่าง ๆ (Table 3) ดังนี้

1. คุณสมบัติทางเคมี

น้ำมันปลาทูน่าที่ผ่านการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินสามารถทำให้ค่าความเป็นกรดลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 0.29 เป็น 0.21 ซึ่งค่าความเป็นกรดเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีในน้ำมันซึ่งเป็นตัวเร่งการเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันแสดงให้เห็นว่ากรดไขมันอิสระถูกกำจัดออกไปพร้อมกับคอเลสเตอรอลด้วย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Elsanhoty *et al.* (2011) ที่ศึกษาการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์-ทรินในน้ำมันอูฐโดยใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินร้อยละ 7 อัตราส่วนระหว่างน้ำมันต่อน้ำ 1:1 กวนผสมที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็ว 800 rpm ระยะเวลา 1 ชั่วโมง สามารถลดคอเลสเตอรอลได้มากกว่าร้อยละ 90 และลดค่าความเป็นกรดได้ มีรายงานการศึกษาการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินในน้ำมันที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการทำบริสุทธิ์น้ำมันหมูก็สามารถลดค่าความเป็นกรดได้เช่นเดียวกัน (Yen *et al.,* 2000)

การเกิดออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวของน้ำมันเกิดเป็นอนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่องสามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้จากการวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์และค่าแอนนิซิดีน การวัดไฮโดรเพอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นต้น (Primary product) ที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำมันปลาทูน่าตั้งต้นมีค่า 5.18 มิลลิกรัมสมมูลย์/กิโลกรัม และเพิ่มขึ้นเป็น 5.34 มิลลิกรัมสมมูลย์/กิโลกรัม (p>0.05) เมื่อใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน การวัดค่าแอนนิซิดีนเป็นการวัดสารประกอบอัลดีไฮด์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่สอง (Secondary product) ที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันพบว่าค่าแอนนิซิดีนเพิ่มขึ้นอย่างมี

นัยสำคัญจาก 134.34 เป็น 145.37 (p<0.05) เมื่อใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน เนื่องจากขั้นตอนในการผสมของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินเพื่อลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่าโดยการกวนผสมระหว่างบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน น้ำมัน และน้ำ มีการเพิ่มอุณหภูมิ ความเร็ว และระยะเวลาในการกวนผสมซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน กล่าวคือ ความร้อน อากาศ และน้ำ ช่วยกระตุ้นให้น้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนและเกิดออกซิเดชันได้ อย่างไรก็ตามการเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นในน้ำมันสามารถลดได้ในระหว่างขั้นตอนการทำบริสุทธิ์น้ำมันปลาทูน่าในขั้นตอนถัดไป เช่น การฟอกสี และการกำจัดกลิ่น เป็นต้น (Yen and Chen, 2000)

2. คุณสมบัติทางกายภาพ

ค่าสีเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดมาตรฐานของน้ำมัน มีผลต่อมูลค่าและยอมรับของผู้บริโภคผล การศึกษาแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสีของน้ำมันปลาทูน่า (Table 4) โดยพิจารณาจากค่า L*(ค่าความสว่าง) a* (ค่าความเป็นสีแดง) และ b*(ค่าความเป็นสีเหลือง) พบว่าการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินสามารถเพิ่มค่าความสว่างและลดค่าความเป็นสีแดง และความเป็นสีเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) แสดงให้เห็นว่าการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินนอกจากจะสามารถจับคอเลสเตอรอลไว้ภายในโครงสร้างยังสามารถจับสารสีได้อีกด้วย (Yen and Chen, 2000)

Table 3 Effect of β-cyclodextrin on semi-refined tuna oil quality

quality	Semi-refined tuna oil[1/]	
	Untreated	Treated with β-CD
oxidative stability		
Acid value	0.29±0.02[b]	0.21±0.02[a]
Peroxide value (mEq/kg)	5.18±0.07[a]	5.34±0.04[a]
p-anisidine value	134.34±0.81[a]	145.37±0.60[b]
TOTOX value	144.7	156.05
Color		
L*	79.79±0.03[b]	82.31±0.04[a]
a*	19.77±0.07[b]	16.11±0.06[a]
b*	110.17±0.05[b]	107.82±0.02[a]

1/ Means within a row with different superscript letters difference (p<0.05)

Means of triplicate. Factors of cholesterol removal: 20% β-cyclodextrin concentration (g/100 g tuna oil), Ratio of tuna oil to distilled water; 1:2, mixing temperature 60 °C, mixing speed 400 rpm, mixing time 30 min.

3. องค์ประกอบและปริมาณกรดไขมัน

การศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันซึ่งประกอบไปด้วยกรดไขมัน 3 ประเภท คือ กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acid, MUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acid, PUFA) พบว่ากรดไขมันที่พบมากในน้ำมันปลาทูน่าประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัว ได้แก่ กรดไมริสติก (C14:0) กรดปาล์มิติก (C16:0) และกรดสเตรียริก (C18:0) กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ได้แก่ กรดโอเลอิก (C18:1, n-9) และกรดพาล์มมิโตเลอิก (C16:1,n-7) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่อยู่ในกลุ่มโอเมกา 3 ได้แก่ EPA (C20:5 n-3) และ DHA (C22:6 n-3) เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและ

ปริมาณกรดไขมันในน้ำมันปลาทูน่ากึ่งบริสุทธ์ก่อนและหลังการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินเพื่อลดคอเลสเตอรอล พบว่ามีเพียงกรดพาล์มมิโตเลอิกที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะ EPA และ DHA กรดไขมันสำคัญในน้ำมันปลาทูน่า (Table 5) มีรายงานการศึกษาผลของการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินต่อการลดปริมาณคอเลสเตอรอลในน้ำมันหมู (Yen and Tsai, 1995) ไขมันอูฐ (Elsanhoty *et al.,* 2011) ซึ่งไม่พบการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบกรดไขมันก่อนและหลังของการใช้บีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน

Table 5 Fatty acid composition of semi-refined tuna oil before and after treated with β-cyclodextrin

	Fatty acid composition (%) [1/]	
	Untreated	Treated with β-CD
C14:0	3.57 ± 0.01[a]	3.60 ± 0.01[a]
C16:0	21.40 ± 0.01[a]	21.45 ± 0.08[a]
C16:1 n7	5.21 ± 0.01[b]	5.25 ± 0.01[a]
C16:2 n4	1.57 ± 0.01[a]	1.57 ± 0.00[a]
C16:3 n4	0.72 ± 0.00[a]	0.73 ± 0.01[a]
C18:0	6.62 ± 0.01[a]	6.62 ± 0.04[a]
C18:1 n9	12.97 ± 0.01[a]	12.97 ± 0.05[a]
C18:1 n7	2.18 ± 0.01[a]	2.17 ± 0.02[a]
C18:2 n6	1.36 ± 0.00[a]	1.37 ± 0.00[a]
C18:3 n3	0.52 ± 0.01[a]	0.52 ± 0.00[a]
C18:4 n3	0.76 ± 0.01[a]	0.78 ± 0.01[a]
C20:1 n9	1.00 ± 0.00[a]	1.00 ± 0.01[a]
C20:4 n6	2.08 ± 0.00[a]	2.08 ± 0.01[a]
C20:4 n3	0.43 ± 0.01[a]	0.42 ± 0.01[a]
C20:5 n3	5.48 ± 0.14[a]	5.49 ± 0.04[a]
C22:5 n3	1.49 ± 0.01[a]	1.49 ± 0.01[a]
C22:6 n3	23.89 ± 0.04[a]	23.89 ± 0.10[a]
others	8.78 ± 0.06[a]	8.61 ± 0.12[a]

1/ Means within a row with different superscript letters difference (p<0.05)

Means of triplicate. Factors of cholesterol removal: 20% β-cyclodextrin concentration (g/100 g tuna oil), Ratio of tuna oil to distilled water; 1:2, mixing temperature 60 °C, mixing speed 400 rpm, mixing time 30 min.

สรุป

สภาวะที่เหมาะสมของบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินต่อการลดคอเลสเตอรอลในน้ำมันปลาทูน่ากึ่งบริสุทธิ์ คือ ผสมบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน 20 กรัม ในน้ำ 200 มิลลิลิตร ก่อนนำไปกวนผสมกับน้ำมันปลาทูน่า 100 กรัม ที่ความเร็ว 400 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถลดคอเลสเตอรอลได้ร้อยละ 89 และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมัน คือ ลดปริมาณกรดไขมันอิสระ ช่วยปรับปรุงสีของน้ำมันให้ดีขึ้น แต่มีการเพิ่มขึ้นของค่าเพอร์ออกไซด์ และค่าแอนนิซิดีนเล็กน้อย และไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของ EPA และ DHA ซึ่งเป็นกรดไขมันที่สำคัญกลุ่มโอเมกา 3 ในน้ำมันปลาทูน่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ที. ซี. ยูเนียน อโกรเทค จำกัด ที่สนับสนุนตัวอย่างน้ำมันปลาทูน่าที่ใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Alonso, L., P. Cuesta and S.E. Gilliland. 2009. Effect of β–cyclodextrin on trans fats, CLA, PUFA and phospholipids of milk fat. **J Am Oil Chem Soc** 86: 337–342.

AOAC. 2000. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemist.** AOAC international, USA.

AOCS. 1998. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. AOCS Press, USA.

Chang, Y. H., J. E. Lee and H. S. Kwak. 2010. Optimization of the conditions for removing cholesterol from cod liver oil by β-cyclodextrin crosslinked with adipic acid. **J Am Oil Chem Soc** 87: 803–808.

Elsanhoty, R. M., S. S. El-Gohery and F.H. Badr. 2011. Cholesterol reduction in camel hump fat using β-cyclodextrin. **J. Verbr. Lebensm.** 6: 183–189.

Han, E.M., S.H. Kim, J. Anh and H.S. Kwak. 2007. Optimizing cholesterol removal from cream using β-cyclodextrin cross-linked with adipic acid. **International Journal of Dairy Technology** 60: 143–148.

Ha, H.J. and J.E. Lee. 2010. Entrapment of nutrients during cholesterol removal from cream by crosslinked β-cyclodextrin. **International Journal of Dairy Technology** 63: 119-126.

Kim, S.H., J. Ahn and H.S. Kwak. 2004. Crosslinking of cyclodextrin on cholesterol removal from milk. **Arch Pharm Res.** 27: 1183-1187.

Kim, S.H., H.Y. Kim and H.S. Kwak. 2007. Cholesterol removal from lard with crosslinked β-cyclodextrin. **Asian-Aust. J.Anim. Sci.** 20: 1468-1472.

Kwak, H.S., C.S. Jung, S.Y. Shi and J. Ahn. 2002. Removal of cholesterol from cheddar cheese by β- cyclodextrin. **J. Agric. Food Chem.** 50: 7293-7298.

Lee, J.E., M.H. Seo, Y. H. Chang and H.S. Kwak. 2010. Cholesterol removal from squid liver oil by crosslinked β-cyclodextrin. **J Am Oil Chem Soc** 87: 233–238.

Norum, K.R. 1992. Dietary Fat and blood lipids. **Nutrition Review** 50: 30-35.

Will, R.B.H. and H. Greenfield. 1984. **Laboratory instruction Manual for composition studies**. Department of Food science and Technology, The University of New South Wales. 96 p.

Yavari, A., A. Heshmati, M. Hamedi and S. Haghbin. 2010. Effects of bleaching and deodorization processes of beef tallow on cholesterol removal by lecithin treatment. **J Am Oil Chem Soc** 87: 109-114.

Yen, G.C. and C.J. Chen. 2000. Effects of fractionation and the refining process of lard on cholesterol removal by β –cyclodextrin. **Journal of food science** 65: 622-624.

Yen, G.C. and L.J. Tsai. 1995. Cholesterol removal from a lard-water mixture with β -cyclodextrin. **Journal of food science** 60(3): 561–564.

การศึกษาเบื้องต้นความชุกชุมและการแพร่กระจายของปลาในแหล่งหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

Preliminary study on fish abundance and distribution in seagrass beds around Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

รัฐธีร์ ธนฐิติวราพงษ์[1*] วรุฒ คงสงด้วง[1] นภาขวัญ แหวนเพชร[1] และจิตติมา อายุตตะกะ[1]

Rattee Tanatitivarapong[1*], Warut Kongsongduang[1], Napakhwan Whanpetch[1] and Chittima Aryuthaka[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของปลาในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ช่วงเดือนกันยายน 2559 จากการค้นคว้าข้อมูลและสำรวจอย่างสังเขปพบว่าในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนมีการแพร่กระจายของหญ้าทะเล 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) และ หญ้ากุยช่ายเข็ม (*Halodule pinifolia*) จึงทำการเก็บตัวอย่างและสำรวจความชุกชุมและการแพร่กระจายของปลาในแหล่งหญ้าทะเล โดยใช้อวนลอย (gill-nets) และแบ่งพื้นที่การเก็บตัวอย่างตามการแพร่กระจายของหญ้าทะเลออกเป็น 3 บริเวณ คือ 1) บริเวณที่มีเฉพาะหญ้ากุยช่ายเข็ม (*Halodule pinifolia*), 2) บริเวณที่มีหญ้าทะเลทั้งสองชนิดในบริเวณเดียวกัน (mixed area) และ 3) บริเวณที่มีเฉพาะหญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) และจากการศึกษาพบว่าการแพร่กระจายของปลาในบริเวณที่มีเฉพาะหญ้าคาทะเล คิดเป็นร้อยละ 45 รองลงมา คือ บริเวณที่มีหญ้าทะเลทั้งสองชนิดในบริเวณเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 29 และเขตที่มีเฉพาะหญ้ากุยช่ายเข็ม คิดเป็นร้อยละ 26 ซึ่งปลาที่พบในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนมากที่สุดคือ ปลาข้างตะเภาลายโค้ง (*Terapon jarbua)* คิดเป็นร้อยละ 27 ของตัวอย่างปลาทั้งหมดที่จับได้ รองลงมาคือปลาหมูสีแก้มแดง (*Lethrinus lentjan)* คิดเป็นร้อยละ 18 ของตัวอย่างปลาทั้งหมดที่จับได้

ABSTRACT

A study on fish abundance, distribution in the seagrass beds around Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province in September 2016 using gill-nets. The results showed that it could be divided the space distribution of seagrass in three characteristics only *Enhalus acoroides* area, only *Halodule pinifolia* area and both seagrass species area. In the only *E. acoroides* area found the distribution of most fish accounted for 45%, followed by both seagrass species 29% and the least is only *H. Pinifolia* 26%. The dominant species is 27% of jarbua terapon (*Terapon jarbua*) and 18% of pinkear emperor (*Lethrinus lentjan*) of all fish samples.

Key words: fish abundance, seagrass, Ao Khung Kraben

Corresponding author; e-mail address: Rattee001@gmail.com

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

แหล่งหญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศชายฝั่งที่มีความสำคัญยิ่งระบบหนึ่ง เนื่องจากมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ เริ่มตั้งแต่ผู้ผลิตขั้นต้นของสายใยอาหารในระบบนิเวศหญ้าทะเลที่ประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงขนาดเล็กมากจนถึงพืชชั้นสูง กล่าวคือตั้งแต่กลุ่มแพลงก์ตอน สาหร่าย จนถึงหญ้าทะเล กลุ่มสัตว์ที่เข้ามาอาศัยอยู่ในแหล่งหญ้าทะเลก็มีความหลากหลายของชนิด ขนาด และระยะในช่วงชีวิตที่แตกต่างกัน ทั้งกลุ่มที่อาศัยในมวลน้ำและพื้นทะเล เริ่มจากกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ ลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนจนถึงวัยรุ่น กลุ่มที่เป็นอาหารของมนุษย์ เต่าทะเล จนถึงกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจำพวกพะยูนและโลมา ความหลากหลายของชนิดส่งผลถึงความสัมพันธ์ในเชิงของสายใยอาหาร และการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศหญ้าทะเลที่มีความซับซอนยิ่งขึ้น (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง และป่าชายเลน, 2549) ซึ่งสภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพของหญ้าทะเลเหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งอนุบาล วางไข่ และเป็นที่หลบภัยของปลาทะเล และสัตว์ทะเลนานาชนิด

ปลาเป็นสัตว์น้ำกลุ่มหลักที่พบในบริเวณแหล่งหญ้าทะเล โดยเข้ามาหาอาหาร และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยทั้งชั่วคราวและถาวร (อุกกฤต และ สุรีย์, 2548) ซึ่งปลาในแนวหญ้าทะเลนั้นส่วนใหญ่จะเป็นปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและสามารถนำมาบริโภคได้ จากการรายงานของ UNEP (2547) พบว่าบริเวณแหล่งหญ้าทะเลในอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี มีปลาที่เข้ามาอยู่อาศัยทั้งสิ้น 32 วงศ์ (family) 55 ชนิด (species) เช่น กลุ่มปลากะพง(Lutjanidae), กลุ่มปลาข้างตะเภา (Terapontidae) กลุ่มปลาแป้น (Leiognathidae) เป็นต้น ซึ่งแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนนั้นเป็นแหล่งทำประมงพื้นบ้านที่สำคัญแหล่งหนึ่งในจังหวัดจันทบุรี

ในอดีตแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนได้รับผลกระทบจากการทำประมงอวนรุน ศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จึงได้มีการรณรงค์ห้ามเครื่องมืออวนรุนที่ใช้เรือติดเครื่องยนต์ทำการประมงในอ่าว นอกจากนี้ มีการระบุว่า แหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนได้รับผลกระทบจากของเสียและน้ำทิ้งจากนากุ้งซึ่งอยู่บริเวณโดยรอบอ่าว รวมทั้งมีการเก็บหญ้าทะเลมาจำหน่ายเพื่อทำเป็นยารักษาโรค (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2541)

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการสำรวจความชุกชุมและการแพร่กระจายของปลาในแหล่งหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวางแผนการสำรวจและเก็บตัวอย่างประชาคมปลาในแหล่งหญ้าทะเลที่มีความซับซ้อนของชนิดหญ้าทะเลในครั้งถัดไป และเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรทะเลในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจและเก็บตัวอย่างปลาในแหล่งหญ้าทะเล

ศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของปลาในแหล่งหญ้าทะเล บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนืออ่าวคุ้งกระเบน อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี โดยการสำรวจและเก็บตัวอย่างปลาจำนวน 6 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร เป็นบริเวณที่มีการปกคลุมของหญ้าทะเลที่แตกต่างกัน 3 บริเวณ คือ 1) บริเวณที่มีเฉพาะหญ้ากุยช่ายเข็ม (*Halodule pinifolia*) 2 สถานี ; KB 1-1 และ KB 1-2, 2) บริเวณที่มีหญ้าทะเลทั้งสองชนิด (*H. pinifolia* และ *Enhalus acoroides*) ในบริเวณเดียวกัน (mixed area) 2 สถานี ; KB 2- 1และ KB 2-2 และ 3) บริเวณที่มีเฉพาะหญ้าคาทะเล (*E. acoroides*) 2 สถานี ; KB 3-1 และ KB 3-2 (**Figure 1**) เนื่องจากอ่าวคุ้งกระเบน อยู่ภายใต้ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จึงมีการรณรงค์ห้ามใช้เครื่องมือประมงบางประเภท ได้แก่ เครื่องมืออวนลาก และเครื่องมืออวนรุนที่ใช้ประกอบกับเรือยนต์ การสำรวจและเก็บตัวอย่างปลาในครั้งนี้จึงใช้เครื่องมืออวนลอย (gill-nets) ขนาดตาอวน 4 x 4 ตารางเซนติเมตร กว้าง 1.2 เมตร ยาว 50 เมตร ทำการวางอวนลอยทั้ง 3 บริเวณ ๆ ละ 2 ครั้งในขณะน้ำกำลังขึ้น โดยวางอวนลอยขนานกับก้นอ่าว (ขวางกระแสน้ำ) ใช้ระยะเวลาการทำประมงโดยเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อการวางอวนลอย 1 ครั้ง เมื่อถึงเวลาทำการกู้อวนลอย นำตัวอย่างปลาที่ได้มานับจำนวน แยกชนิดเบื้องต้น และวัดขนาด หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน 10% และทำการจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธารโดยละเอียดในห้องปฏิบัติการต่อไป สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลความชุกชุมของปลาจะแสดงผลเป็นจำนวนตัวต่อการวางอวนลอย 1 ครั้ง นอกจากนี้ยังได้แสดงผลเป็นร้อยละความชุกชุม (% abundance) ของปลาอีกด้วย

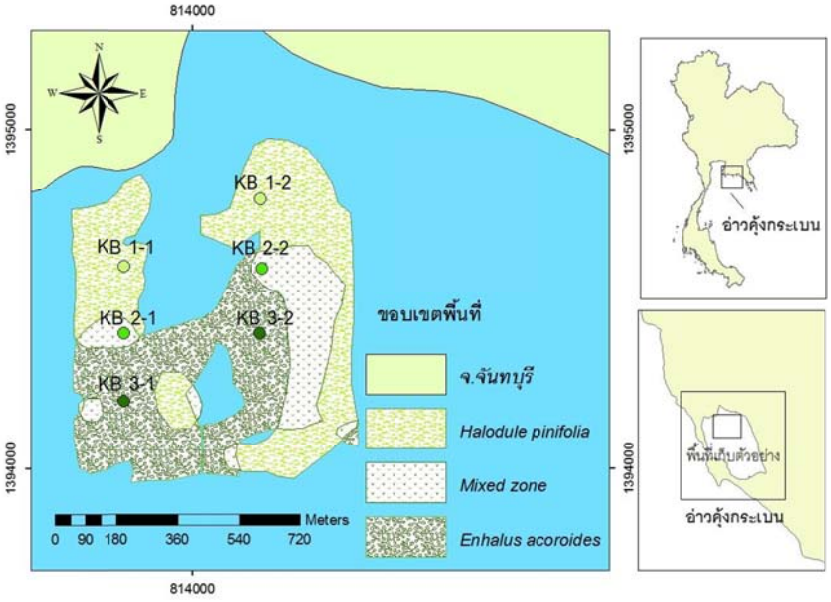


Figure 1. Study site in Ao Khung Kraben, Chanthaburi province

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการจับปลาโดยใช้อวนลอยทั้งหมด 6 ครั้งใน 3 บริเวณศึกษา สามารถเก็บตัวอย่างปลาได้ทั้งหมด จำนวน 85 ตัวอย่าง (samples) จาก 14 วงศ์ (family) 15 ชนิด (species) (**Table 1**) และพบว่าปลาที่มีความชุกชุมในแหล่งหญ้าทะเลมากที่สุดคือปลาข้างตะเภาลายโค้ง (*Terapon jarbua)* จำนวนเฉลี่ย 4 ตัวต่อการวางอวนลอย 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 27 ของจำนวนตัวปลาทั้งหมดที่จับได้ (27 % abundance) รองลงมาคือปลาหมูสีแก้มแดง (*Lethrinus lentjan)* จำนวนเฉลี่ย 3 ตัวต่อการวางอวนลอย 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 18 ของจำนวนตัวปลาทั้งหมดที่จับได้ (18 % abudance) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะพบปลาแพร่กระจายอยู่ในบริเวณที่มีเฉพาะหญ้าคาทะเล (*E. acoroides*) ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 0.04 ตารางกิโลเมตร เป็นจำนวนมากถึงร้อยละ 45 ของจำนวนปลาทั้งหมดที่จับได้ โดยพบปลาจำนวนทั้งหมด 38ตัว จากปลา 11 ชนิด ได้แก่ ปลาแมว (Hamilton's thryssa), ปลาตะเพียนน้ำเค็ม (chacunda gizzard shad), ปลากระบอกหางแบน (greenback mullet), ปลาขี้จีน (glassfishes), ปลาสีกุนเกาะ (brownback trevally), ปลาแป้นยักษ์ (common ponyfish), ปลากะพงข้างปาน (Russell's snapper), ปลาหมูสีแก้มแดง (pink ear emperor), ปลาข้างลายสี่แถบ (fourlined terapon), ปลาข้างตะเภาลายโค้ง (jabua terapon), และปลาสาก (pickhandle barracuda) รองลงมาคือ บริเวณที่มีหญ้าทะเลทั้งสองชนิดในบริเวณเดียวกัน (mixed area) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 0.02 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 29 ของจำนวนตัวปลาทั้งหมดที่จับได้ โดยพบปลาจำนวนทั้งหมด 25 ตัว จากปลา 9 ชนิด ได้แก่ ปลาตะเพียนน้ำเค็ม (chacunda gizzard shad), ปลาเห็ดโคน (silver sillago), ปลาสีกุนเกาะ (brownback trevally), ปลาแป้นยักษ์ (common ponyfish), ปลาหมูสีแก้มแดง (pink ear emperor), ปลากุเราสี่เส้น (fourfinger threadfin), ปลาข้างลายสี่แถบ (fourlined terapon), ปลาข้างตะเภาลายโค้ง (jabua terapon) และปลาวัวจมูกสั้น (silver tripodfish) พื้นที่ที่มีการกระจายของปลาน้อยที่สุดคือบริเวณที่มีเฉพาะหญ้ากุยช่ายเข็ม (*H. pinifolia)* ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 0.05 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 26 ของจำนวนตัวปลาทั้งหมดที่จับได้ โดยพบปลาจำนวนทั้งหมด 22 ตัว จากปลา 7 ชนิด ได้แก่ ปลากระบอกหางแบน (greenback mullet), ปลาสีกุนเกาะ (brownback trevally), ปลาแป้นยักษ์ (common ponyfish), ปลาหมูสีแก้มแดง (pink ear emperor), ปลากุเราสี่เส้น (fourfinger threadfin), ปลาข้างตะเภาลายโค้ง (jabua terapon) และปลาสลิดหินแขก (streaked spinefoot) (**Figures 2 & 3**) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Sudara (1991) และ สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง และป่าชายเลน (2549) ที่พบว่าข้อมูลปลาที่ได้จากการสำรวจเป็นวงศ์ของปลาที่อาศัยและหากินอยู่ในแหล่งหญ้าทะเล ปลาบางชนิดจะเข้ามาอาศัยอยู่ในแหล่งหญ้าทะเลแบบถาวร ซึ่งเป็นกลุ่มปลาขนาดเล็ก เช่น กลุ่มปลาในวงศ์ Ambassidae (กลุ่มปลาขี้จีน) และปลาที่เข้ามาอาศัยอยู่เป็นครั้งคราว ส่วนใหญ่จะเป็นปลาในระยะก่อนวัยเจริญพันธุ์ เช่น กลุ่มปลาในวงศ์ Carangidae (กลุ่มปลาสีกุน), Lutjanidae (กลุ่มปลากะพง), Lethrinidae (กลุ่มปลาหมุสี), Terapontidae (กลุ่มปลาข้างตะเภา), Siganida (กลุ่มปลาสลิดหิน) เป็นต้น

Table 1 Fish abundance (ind.no. per haul) in area of *Halodule pinifolia* (HP), mixed seagrass species (HP & EA) and *Enhalus acoroides* (EA) in Ao Khung Kraben, Chanthaburi province.

Fish family/species name	Fish common name	HP		HP & EA		EA	
		KB 1-1	KB 1-2	KB 2-1	KB 2-2	KB 3-1	KB 3-2
Family Engraulidae							
Thryssa hamiltonii	Hamilton's thryssa	0	0	0	0	1	3
Family Clupeidae							
Anodontostoma chacunda	chacunda gizzard shad	0	0	0	4	0	5
Family Mugilidae							
Chelon subviridis	greenback mullet	1	0	0	0	0	1
Family Ambassidae							
Ambassis nalua	scalloped perchlet	0	0	0	0	0	1
Family Sillagidae							
Sillago sihama	silver sillago	0	0	0	1	0	0
Family Carangidae							
Carangoides praeustus	brownback trevally	0	3	0	1	1	4
Family Leiognathidae							
Leiognathus equulus	common ponyfish	0	1	1	4	0	0
Family Lutjanidae							
Lutjanus russellii	Russell's snapper	0	0	0	0	1	0
Family Lethrinidae							
Lethrinus lentjan	pink ear emperor	0	2	0	5	5	3
Family Polynemidae							
Eleutheronema tetradactylum	fourfinger threadfin	0	1	0	1	0	0
Family Terapontidae							
Pelates quadrilineatus	fourlined terapon	0	0	1	0	3	2
Terapon jarbua	jabua terapon	4	9	0	6	0	4
Family Siganidae							
Siganus javus	streaked spinefoot	0	1	0	0	0	0
Family Sphyraenidae							
Sphyraena jello	pickhandle barracuda	0	0	0	0	1	0
Family Triacanthidae							
Triacanthus nieuhofii	silver tripodfish	0	0	0	1	0	0

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเดือนกันยายน 2559 บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอ่าวคุ้งกระเบน พบว่า ปลาในแหล่งหญ้าทะเล เป็นปลาที่เข้ามาอาศัยแบบชั่วคราวเนื่องจากในช่วงเวลาที่น้ำลงต่ำสุดนั้น บริเวณ

แหล่งหญ้าทะเลในอ่าวจะอยู่พ้นน้ำทั้งหมดหรืออาจจะมีน้ำขังเป็นแอ่งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้ปลาไม่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งหญ้าทะเลในช่วงเวลานั้นได้ ปลาเหล่านี้จะเข้ามาหากินอาหารในช่วงน้ำกำลังขึ้นจนถึงช่วงน้ำขึ้นสูงสุดและจะว่ายออกจากแหล่งหญ้าทะเลในช่วงเวลาน้ำลง ช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการทำประมงอวนลอยปลาในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนนั้น คือ ช่วงน้ำกำลังขึ้นจนถึงน้ำขึ้นสูงสุด ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมในการวางเครื่องมือประมงนั้นอยู่ในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง การกู้อวนลอยหนึ่งครั้งจะได้ปลาประมาณ 20 - 30 ตัว

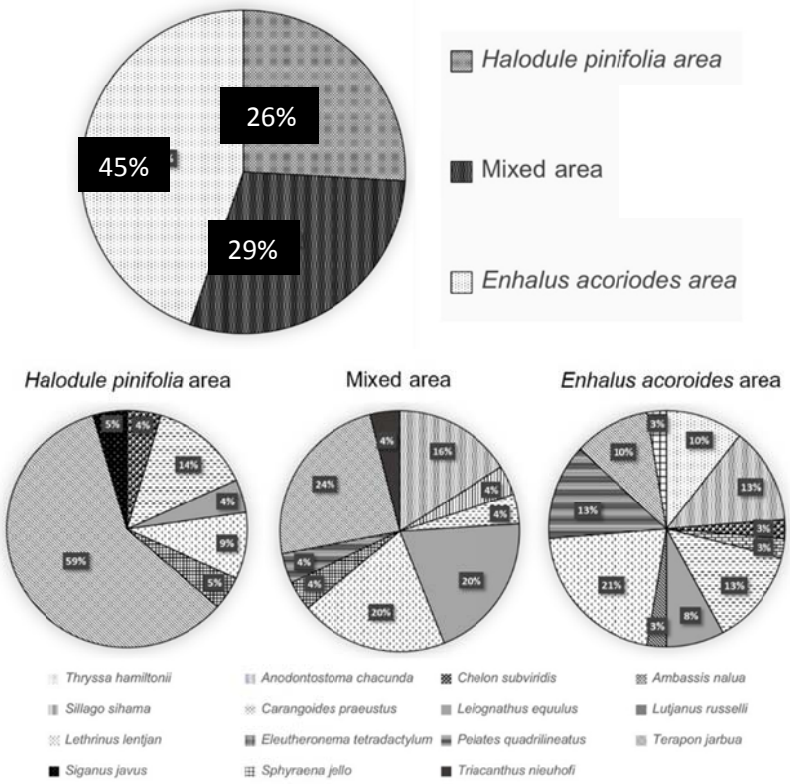


Figure 2. Percentages of fish abundance in study area: (A) percentages of total fish abundance in each

habitat type, (B) percentages of each fish species in each habitat type.

การสำรวจและเก็บตัวอย่างครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นในบริเวณที่มีความแตกต่างของการปกคลุมด้วยหญ้าทะเลต่างชนิดในบริเวณที่ใกล้เคียงกันและเป็นการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องมือจับปลาในบริเวณแหล่งหญ้าทะเล ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้จะสามารถนำไปประยุกต์เพื่อเพิ่มพื้นที่การศึกษาให้ครอบคลุมทั่วทั้งอ่าวและครอบคลุมทุกฤดูกาลในรอบปี ในการศึกษาครั้งต่อไป

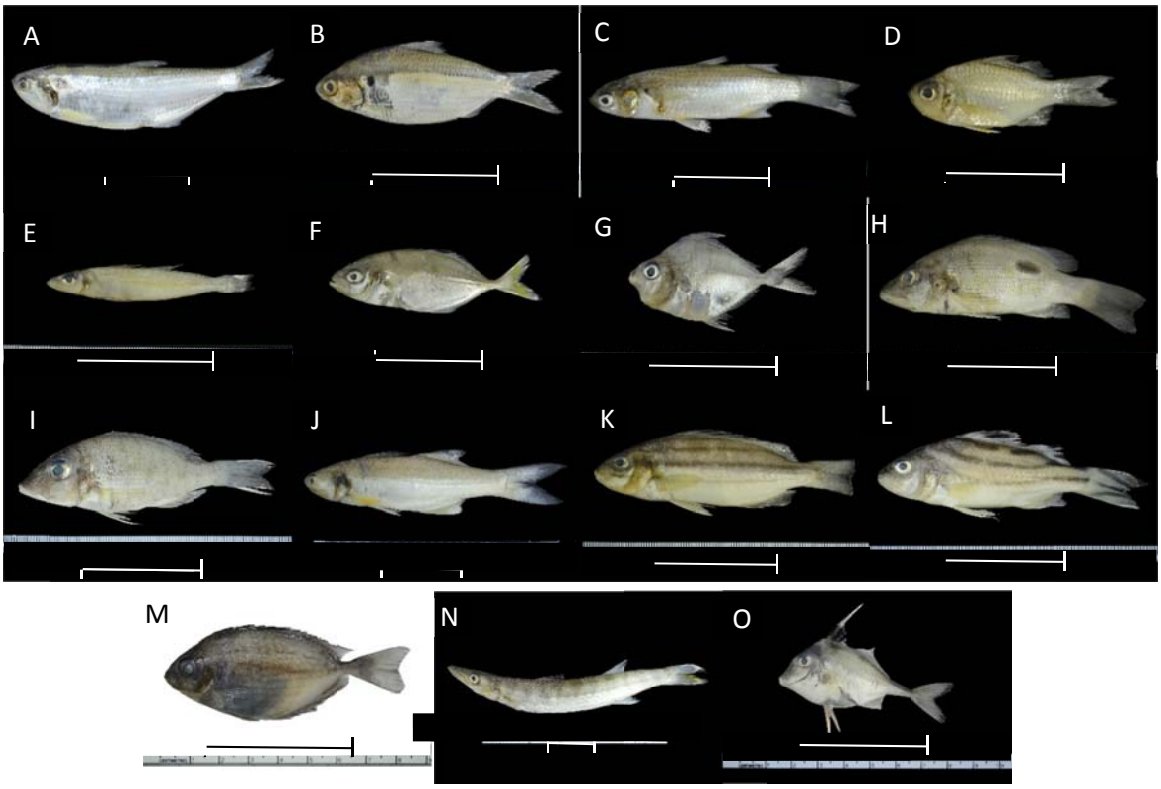


Figure 3. Fish species in study area: (A) *Thryssa hamiltonii* TL 14.8 cm, (B) *Anodontostoma chacunda* TL 9.5cm, (C) C*helon subviridis* TL 14.2 cm, (D) *Ambassis nalua* TL 9.1 cm, (E) *Sillago sihama* TL 8.2 cm, (F) *Carangoides praeustus* TL 9.7 cm, (G) *Leiognathus equulus* TL 6.9 cm, (H) *Lutjanus russelli* TL 12.4 cm, (I) *Lethrinus lentjan* TL 10.5 cm, (J) *Eleutheronema tetradactylum* TL 16.5 cm, (K) *Pelates quadrilineatus* TL 10.2 cm, (L) *Terapon jarbua* TL 10.2 cm, (M) *Siganus javus* TL 8.2 cm, (N) *Sphyraena jello* TL 25.5 cm, (O) *Tria~~can~~thus nieuhofi* TL 6.8 cm (= 5 cm)

สรุป

การศึกษาเบื้องต้นของความชุกชุมและการแพร่กระจายของปลาในแหล่งหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี จำนวน 6 สถานีซึ่งแตกต่างกันตามพื้นที่การปกคลุมของชนิดหญ้าทะเลในช่วงเดือนกันยายน 2559 พบปลาทั้งหมดจำนวน 85 ตัวอย่าง (samples) จาก 14 วงศ์ (family) 15 ชนิด (species) โดยจะพบการแพร่กระจายของปลามากที่สุดบริเวณที่มีเฉพาะหญ้าคาทะเล (*E. acoroides*) เป็นจำนวนมากถึงร้อยละ 45 ของจำนวนตัวปลาที่จับได้ทั้งหมด เนื่องจากหญ้าคาทะเลเป็นหญ้าทะเลที่มีขนาดใหญ่ ใบยาว และมีมิติความซับซ้อนของแหล่งที่อยู่ในขณะน้ำขึ้นคล้ายแหล่งหญ้าคาบนบก รองลงมาคือ บริเวณที่มีหญ้าทะเลทั้งสองชนิดในบริเวณเดียวกัน (mixed seagrass species area) คิดเป็นร้อยละ 29 ของจำนวนตัวปลาที่จับได้ทั้งหมด และบริเวณที่พบการแพร่กระจายของปลาน้อยที่สุดคือบริเวณที่มีเฉพาะหญ้ากุยช่ายเข็ม (*H. pinifolia)* คิดเป็นร้อยละ 26 ของจำนวนตัวปลาที่จับได้ทั้งหมด ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นปลาเศรษฐกิจอย่าง ปลาข้างตะเภาลายโค้ง, ปลากระบอกหางแบน, ปลาหมูสีแก้มแดง, ปลากะพงข้างปาน, ปลาสาก เป็นต้น ซึ่งชาวประมงจะนำปลาที่ได้กลับไปปรุงอาหารในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ เพราะปลาที่ได้มีขนาดลำตัวประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร ยังไม่ถึงขนาดที่นิยมซื้อขายกันในตลาด หากปลามีขนาดที่

สามารถขายได้ก็จะแบ่งนำไปขายตามตลาดในพื้นที่ การที่ชาวประมงในพื้นที่เลือกใช้เครื่องมือประมงอวนลอยนั้นทำให้การทำประมงไม่ไปรบกวนแหล่งหญ้าทะเลในพื้นที่อีกทั้งยังเป็นการกำหนดขนาดปลาที่จับได้โดยปรับเปลี่ยนขนาดตาของอวนเพื่อที่ให้ปลาขนาดเล็กหลุดรอดออกไปได้เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรปลาวัยอ่อนในแหล่งหญ้าทะเลอีกนัยหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) 2547. **ข้อมูลสารสนเทศทางภูมศาสตร์ เล่มที่ 3 หญ้าทะเล**. เอกสารส่วนที่ 2 เล่มที่ 3/6. UNEP GEF Project on Reversing Environmental Degradation Trends in the South China Sea and Gulf of Thailand. 87 หน้า.

_____. 2547. **รายงานสถานการณ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เล่มที่ 3-1 หญ้าทะเล**. เอกสารส่วนที่ 3 เล่มที่ 3 – 1/6.UNEP GEF Project on Reversing Environmental Degradation Trends in the South China Sea and Gulf of Thailand. 169 หน้า.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง และป่าชายเลน. 2549. **คู่มือสัตว์ในแหล่งหญ้าทะเลอันดามัน**. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. 242 หน้า.

สุวลักษณ์ นาทีกาญจนลาภ. 2534. **หญ้าทะเล**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 29 หน้า.

สมหมาย เจนกิจการ. 2538. **นิเวศวิทยาของปลาในแนวหญ้าทะเล บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 144 หน้า.

สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2541. **รายงานฉบับสุดท้าย – โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนที่จำแนกแหล่งหญ้าทะเล แผนการจัดการและแผนปฏิบัติการจัดการหญ้าทะเลของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ

อุกกฤต สตภูมินทร์ และ สุรีย์ สตภูมินทร์. 2548. **อาหารและนิสัยการกินอาหารของปลาในแหล่งหญ้าทะเลทางฝั่งตะวันออกของเกาะภูเก็ต**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2548. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง และป่าชายเลน. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 47 หน้า.

Carpenter, K.E. and V.H. Niem (eds). 1999. **FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific**. Volume 3 & 4. FAO. Rome. pp.1379 -2790.

_____. 2001. **FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific**. Volume 5 & 6. FAO. Rome. pp.2791 – 4218.

Sudara, S., S. Nateekanjanalap, T. Thamrongnawasawat, S.Satumanapan and W. Chindonnirat. 1991. Survey of fauna associated with the seagrass community in Aow Khung Krabane Chanthaburi, Thailand. *In* R.M. de la Paz (eds.). **Proceeding of the Regional Symposium on living Resources in coastal areas, 30 Jan – 1 Feb 1989,** Philippines. pp.347 – 352.

ผลของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่มีต่อคุณภาพทางเคมี และกายภาพของไส้กรอกปลาอิมัลชัน

Effect of Pre-emulsified oil on Physico-chemical Properties in Fish Emulsion Sausage

สมฤทัย สุจริตธรรม[1] อัญชลี อุษณาสุวรรณกุล[2] จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร[1] และ จีรวรรณ มณีโรจน์[1*]

Somruethai Sutcharittham[1*], Aunchalee Aussanasuwannakul[2], Jiraporn Runglerdkriangkrai[1] and Jirawan Maneerote[1]

บทคัดย่อ

น้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ คือน้ำมันถั่วเหลืองที่ถูกนำมาดัดแปลงลักษณะทางกายภาพโดยการใช้เทคนิคอิมัลซิ-ฟิเคชันร่วมกับสารอิมัลซิฟายเออร์ เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตไส้กรอกอิมัลชัน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำมันถั่วเหลือง ต่อน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์จำนวน 5 ระดับ คือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ0:100 (W/W) ที่มีผลต่อคุณภาพของไส้กรอกปลาอิมัลชันทั้งในด้านเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าสัดส่วนที่มากขึ้นของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ส่งผลให้ปริมาณความชื้น และค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และส่งผลให้ค่าความแข็ง (hardness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) พลังงานในการกัด (gumminess) และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว(chewiness) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม (100:0) ที่สัดส่วนของน้ำมันถั่วเหลือง ต่อน้ำมันพรีอิมัล-ซิฟายด์ 75:25 และ 0:100 เป็นสัดส่วนที่มีค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น พลังงานในการกัด และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวใกล้เคียงกับสูตรควบคุม และมีคะแนนเฉลี่ยในด้านความชอบโดยรวมในระดับปานกลาง

ABSTRACT

Pre-emulsified oil is a modified structure and physical properties soybean oil employed by emulsification technique combined with the emulsifier to produce emulsion sausage. Thus, this study was to investigate the optimum ratio between soybean oil and pre-emulsified oil in 5 ratios (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100) as effect to the quality of fish emulsion sausage in terms of physical, chemical properties and sensory acceptance. The result showed that a greater amount of pre-emulsified oil were significant higher in moisture content and lightness ($p<0.05$). The fish emulsion sausage was significantly decrease in hardness, springiness, gumminess and chewiness ($p<0.05$) compared with control (100: 0), when the pre-emulsified oil was increased. The ratio of soybean oil to pre-emulsified oil at 75:25 and 0: 100 were optimum ratio because the hardness, springiness, gumminess and chewiness were close to control. The average overall liking score was accepted at a moderate level.

Keyword: pre-emulsified oil, fish emulsion sausage, sodium caseinate

*Corresponding author; e-mail address: **ffisjwm@ku.ac.th**

[1] ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.งามวงศ์วาน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900.

Department of Fishery Product, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, 50 Ngamwongwan Rd, Chatuchak, Bangkok, 10900.

[2] ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.งามวงศ์วาน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Department of Food Chemistry & Physics, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok, 10900

คำนำ

ไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการเลือกรับประทานเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการบริโภค และสามารถหารับประทานได้ง่าย อีกทั้งยังสามารถตอบสนองต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี โดยจะเห็นได้ว่าในปีที่ผ่านมา ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกมีมูลค่ารวมทางการตลาดมากถึง 44,000 ล้านบาท และคาดว่าจะมีแนวโน้มการบริโภคเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 15 ต่อปี (เจริญโภคภัณฑ์, 2557) ภาคอุตสาหกรรมจึงมีการผลิตไส้กรอกออกมาเพื่อจำหน่ายเป็นจำนวนมาก ในประเทศไทยวัตถุดิบที่นิยมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ได้แก่ เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อไก่ และเนื้อปลา แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจในการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพกันมากขึ้นไส้กรอกปลาจึงเป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากเนื้อปลามีโปรตีนที่ค่อนข้างสูง ไขมันต่ำ และยังสามารถย่อยได้ง่ายซึ่งเหมาะกับผู้บริโภคในทุกช่วงวัย นอกจากเนื้อสัตว์เป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตแล้ว ยังมีอีกส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญเพื่อช่วยให้ไส้กรอกมีเนื้อสัมผัส รสชาติ และกลิ่นรสที่ดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สูตรการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันดัดแปลงจากกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2554) มีการนำน้ำมันพืชในการผลิต แต่การใช้น้ำมันพืชอาจทำให้เกิดการแยกตัวของหยดน้ำ และน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันพืชมีจุดหลอมเหลวที่ต่ำ และเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง (วรรณชยา,2556) Jiménez-Colmenero *et al.* (1995) รายงานว่าการเตรียมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ ซึ่งเป็นกรรมวิธีการเตรียมน้ำมันโดยการดัดแปลงลักษณะทางกายภาพด้วยเทคนิคอิมัลซิฟิเคชัน (emulsification) ร่วมกับการใช้สารอิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) ซึ่งสารอิมัลซิ-ฟายเออร์ที่นิยมใช้ในการเตรียมเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน คือ โปรตีนจากถั่วเหลือง และโปรตีนจากนม (Mine *et.al*, 2010) โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้โปรตีนจากนม คือโซเดียมเคซิเนตมาใช้เป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ในการเตรียมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ แทนที่โปรตีนจากถั่วเหลือง เนื่องจากการใช้โปรตีนจากถั่วเหลือง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จะมีกลิ่นและรสของถั่วเหลืองซึ่งอาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และการนำน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์มาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตไส้กรอกอิมัลชัน ยังสามารถช่วยลดปริมาณน้ำมันที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำมันถั่วเหลือง ต่อน้ำมันพรี-อิมัลซิฟายด์ที่มีผลต่อคุณภาพของไส้กรอกปลาอิมัลชันในด้านเคมี กายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ซูริมิ เกรด AA บริษัท แปซิฟิคมารีนฟู้ดโปรดักส์ จำกัด จังหวัดสมุทรสาคร บรรจุในกล่องโฟมขนส่งทางรถยนต์โดยใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง มาที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 °C โซเดียมเคซิเนต (sodium casinate; SC) Excellion TM EM[7] จากบริษัท ฟู้ดอินกรีเดียนท์ เทคโนโลยี จำกัด ไส้คอลลาเจนเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 มิลลิเมตรจากบริษัท วินแซนซ์ อินดัสตรีส์ จำกัด น้ำมันถั่วเหลืองตราองุ่น เกลือป่น แป้งมันสำปะหลัง ไข่ขาวพาสเจอร์ไรส์ พริกไทยขาวป่น จาก ซุปเปอร์มาเก็ตใกล้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน และน้ำแข็ง

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์

เตรียมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์โดยใช้สัดส่วนของ น้ำ น้ำมันถั่วเหลือง และโซเดียมเคซิเนตที่ 10:8:1 (%W/W) ซึ่งเป็นสัดส่วนที่อ้างอิงจากการทดลองของ Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) โดยนำโซเดียมเคซิเนตผสมกับน้ำเย็นอุณหภูมิ 4 °C โดยใช้เครื่องสับผสม ยี่ห้อ Stephan รุ่น UM5 ที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 5 °C ที่ความเร็วรอบ 3,200 รอบต่อนาที นาน 2 นาที และนำมาสับผสมต่อกับน้ำมันถั่วเหลือง นาน 3 นาที โดยอุณหภูมิสุดท้ายของตัวอย่างที่เตรียมจะต้องไม่เกิน10 °C และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 °C นาน 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำมัน พรีอิมัลซิฟายด์ด้วยเครื่อง Rheometer (Model MCR 302, Anton Paar, Austria) ที่อุณหภูมิที่ 25 °C โดยใช้แผ่นเพลทแบบคู่ขนาน (parallel plate) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (PP50) ข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม RHEOPLUS/32 (Version 3.62) โดยกำหนดช่องว่างระหว่างแผ่นเพลทให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร และวัดค่า Angular frequency (ω) ที่ 100 – 0.1 rad/s เพื่อหาช่วง linear viscoelastic (LVE) ที่ amplitude (γ) = 0.5% และใช้สำหรับเตรียมผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชัน

2. ศึกษาปริมาณน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่เหมาะสมในแบตเทอร์ และไส้กรอกปลาอิมัลชัน

นำน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่เตรียมตามวิธีการในข้อที่ 1 มาใช้เป็นส่วนผสมในการเตรียมแบตเทอร์ และไส้กรอกปลาอิมัลชัน โดยใช้ส่วนผสมซึ่งดัดแปลงจากกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2554) ดังแสดงใน Table 1 ผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันตามกรรมวิธีซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของวรรณชยา (2556) โดยสับผสมซูริมินาน 1 นาที เติมเกลือ และน้ำแข็งปริมาณร้อยละ 50 ของปริมาณทั้งหมดในสูตร สับผสมนาน 2 นาที เติมพริกไทย น้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ น้ำแข็งส่วนที่เหลือ และไข่ขาว สับผสมต่อ 3 นาที เติมแป้งมันสำปะหลังสับผสมต่อจนเข้ากันโดยตลอดกระบวนการสับผสมใช้เวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอุณหภูมิสุดท้ายของตัวอย่างที่เตรียมจะต้องไม่เกิน 10 °C ซึ่งจะได้ส่วนผสมมวลเหนียวที่เรียกว่า แบตเตอร์ โดยจะถูกนำมาอัดลงในไส้คอลลาเจนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร มัดเป็นท่อนยาวประมาณ 10 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำมาแช่ในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 40±2 °C นาน 30 นาที และนำมาต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 75±2 °C นาน 30 นาที แช่ในน้ำผสมน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4±2 °C 10 นาที พักให้สะเด็ดน้ำ ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จึงนำมาวิเคราะห์สมบัติทางด้านเคมี และกายภาพ โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD)

Table 1 The formula for fish emulsion sausage in various ratio between soybean oil and pre-emulsified oil

Ingredients	Quantity (%w/w)				
	A	B	C	D	E
Surimi	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5
Salt	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Soybean Oil	15	11.25	7.5	3.75	0
Emulsified Soybean Oil	0	3.75	7.5	11.25	15
Tapioca flour	3	3	3	3	3
Egg white	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Ground pepper	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ice	21.50	21.50	21.50	21.50	21.50

Remark; A: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 100:0, B: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 75:25, C: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 50:50, D: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 25:75 and E: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 0:100

3. การวิเคราะห์คุณภาพของไส้กรอกปลาอิมัลชัน

3.1 คุณภาพทางเคมี และกายภาพ

นำไส้กรอกปลาอิมัลชันทั้ง 5 สูตรมาตัดให้มีขนาดความยาวท่อนละ 2 เซนติเมตร เพื่อนำไปวัดค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1.1 ปริมาณความชื้น ดัดแปลงตามวิธีเลขที่ 945.43 (AOAC, 1995) ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

3.1.2 ค่าความแข็งแรงของเจล (Gel Strength) โดยเป็นการวัดค่าแรงที่ใช้ในการเจาะ (Breaking force) และระยะทางที่เข็มกดก่อนทะลุ (breaking distance) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA-HD โดยใช้หัวเจาะทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร (P5S) เป็นระยะทางร้อยละ 50 ของความสูงตัวอย่าง โดยใช้ความเร็วก่อนกด ขณะกด และหลังกดที่อัตรา 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ MFRD (1987) ทำการวิเคราะห์ 6 ซ้ำต่อตัวอย่าง

3.1.3 ค่า Texture Profile Analysis (TPA) ซึ่งเลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์ ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ใช้หัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) เป็นระยะทางร้อยละ 50 ของความสูงตัวอย่าง โดยใช้ความเร็วก่อนกด ขณะกด และหลังกดที่อัตรา 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Bourne (1978) ทำการวิเคราะห์ 6 ซ้ำต่อตัวอย่าง

3.1.4 ค่าการอุ้มน้ำของไส้กรอกปลาอิมัลชัน (Water holding capacity) โดยตัดตัวอย่างขนาด 1.5×1.5×1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนบีบและวางตัวอย่างบนกระดาษกรอง 4 แผ่น บีบด้วยแรงคงที่ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร นาน 2 นาที ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) โดยใช้หัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) และชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังการบีบ นำค่าน้ำหนักก่อนบีบลบด้วยน้ำหนักหลังบีบ จะได้น้ำหนักน้ำที่ซึมอยู่บนกระดาษกรองแล้ว

นำไปคำนวณค่า water holding capacity โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Motohiro (1981) ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง

3.1.5 ค่าสีในระบบ CIE L*a*b* ด้วยเครื่องวัดค่าสี Konica MINOLTA Spectrophotometer CM-3500d ตามวิธีการของ Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง

3.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลาอิมัลชันด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic scale) โดย 1 คะแนนคือไม่ชอบมากที่สุดและ 9 คะแนนคือชอบมากที่สุด ทดสอบในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ซึ่งใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อค (Randomized Complete Block Design; RCBD)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี ANOVA (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ลักษณะปรากฏ และพฤติกรรมการไหลของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์

น้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่เตรียมตามวิธีการของ Jiménez-Colmenero *et al.* (2010) โดยใช้โซเดียมเคซิเนตเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ พบว่าน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่เตรียมได้ มีสีขาวทึบแสง ข้นหนืด และมีฟองอากาศขนาดใหญ่ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าลอยอยู่ด้านบน และภายในเนื้อของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้แรงในการผสมที่ค่อนข้างสูง (3,200 รอบต่อนาที) ส่งผลให้โซเดียมเคซิเนตที่มีคุณสมบัติเป็นทั้งสารอิมัลซิฟายเออร์ (Emulsifying agent) และสารที่ทำให้เกิดโฟม (foaming agent) เมื่อมีการให้แรงทางกลโดยการตี หรือปั่นอย่างรุนแรง จะทำให้พันธะระหว่างโมเลกุลของโปรตีนเกิดการเสียสภาพทางธรรมชาติ (protein denaturation) และมีการคลายตัวของโครงสร้างโปรตีน เกิดเป็นฟิล์มและจับกับน้ำซึ่งอยู่รอบๆ โมเลกุลของโปรตีน ซึ่งจะหันด้านที่เป็น hydrophobic ออกมาด้านนอกทำให้เกิดโครงสร้างของโฟม โดยเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ที่สามารถกักเก็บอากาศไว้ได้ในโครงสร้าง (นิธิยา, 2553) แต่เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 °C นาน 24 ชั่วโมงพบว่าฟองอากาศที่เกิดบริเวณผิวหน้า และภายในเนื้อของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์มีปริมาณที่ลดลง เนื่องจากโปรตีนที่ได้จากนมมีแรงตึงผิวต่ำทำให้เกิดโฟมได้ง่าย แต่โฟมที่ได้จะไม่สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์คงตัวได้นาน (Gaman and Sherrington, 1990) จึงเป็นสาเหตุให้ฟองที่เกิดขึ้นหลังจากการเตรียมน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์มีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน และเมื่อนำน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์มาทำการศึกษาพฤติกรรมการไหลด้วยเครื่อง Rheometer ซึ่งทำการวัดแบบ Frequency sweep มีการกำหนดค่า Angular frequency (ω) ที่ 100 – 0.1 rad/s เพื่อทดสอบความคงตัวของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์โดยค่า ω ที่ลดลง และเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความคงตัวของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์และจากภาพดังแสดงใน Figure 1 พบว่ามีค่า loss modulus (G") มากกว่าค่า storage modulus (G') แสดงให้เห็นว่าน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่เตรียมโดยใช้โซเดียมเคซิเนตมีพฤติกรรมการไหลคล้ายของเหลว ซึ่งจะเห็นการตัดกันของกราฟ (Cross over) ที่ค่า ω = 36.87 rad/s และจากการสังเกตพบว่าเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4±2 °C เป็นเวลาประมาณ 72 ชั่วโมงพบว่าน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์เกิดการแยกชั้น

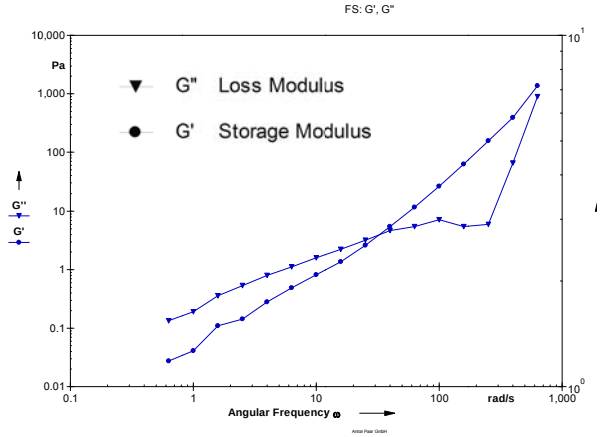


Figure 1 Time-dependent rheology behavior of emulsified soybean oil stabilized by sodium caseinate

2. ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่มีต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของไส้กรอกปลาอิมัลชัน

สัดส่วนของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ในสูตรการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันทั้ง 5 สูตร แสดงดัง Table 1 เนื่องจากน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์มีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่มากถึงร้อยละ 50 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์จึงมีผลต่อคุณภาพทางเคมี และกายภาพแสดงดัง (Table 2) ซึ่งพบว่าสัดส่วนของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้นของไส้กรอกปลาอิมัลชันทั้ง 5 สูตร เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และยังพบว่าปริมาณน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ในสัดส่วนที่มากขึ้นได้ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของเจลของไส้กรอกปลาอิมัลชันทั้ง 5 สูตรแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ซึ่งค่าที่แสดงใน Table 2 มีแนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์เพิ่มขึ้น

Table 2 Physico-chemical properties of fish emulsion sausages in various ratio between soybean oil and pre-emulsified oil

Properties	A	B	C	D	E
Moisture (% wet basis)	61.18±0.11 ^{d}	62.93±0.09 ^{c}	64.92±0.06 ^{b}	64.94±0.04 ^{b}	66.60±0.10 ^{a}
%WHC	58.86±1.09 ^{d}	76.87±0.75 ^{a}	74.58±0.79 ^{b}	74.55±0.75 ^{b}	61.93±1.02 ^{c}
gel strength (g.cm) ^{ns}	277.04±20.95	264.24±13.98	261.84±12.16	260.86±18.27	255.03±21.66
Hardness (g)	2632.48±91.33^{a}	2505.36±143.35^{a}	2369.89±151.65^{b}	2598.39±38.23^{a}	2347.23±95.42^{b}
Springiness	0.90±0.02 ^{ab}	0.92±0.04 ^{a}	0.88±0.02 ^{b}	0.89±0.02 ^{ab}	0.90±0.02 ^{ab}
Cohesiveness ^{ns}	0.47±0.03	0.46±0.03	0.46±0.02	0.40±0.17	0.44±0.02
Gumminess (g)	1262.00±48.44^{a}	1268.79±279.63^{a}	1082.37±76.08^{bc}	1239.59±50.57 ^{ab}	984.99±94.19 ^{c}
Chewiness (g)	1139.22±61.77^{a}	1168.12±293.32^{a}	953.46±73.84 ^{bc}	1109.47±63.94 ^{ab}	887.08±82.59 ^{c}
L*	86.67±0.27^{c}	87.61±0.21^{a}	87.37±0.03^{ab}	87.11±0.01^{b}	87.63±0.26^{a}
a*	0.59±0.02^{a}	0.47±0.02^{c}	0.58±0.02^{a}	0.53±0.02^{b}	0.52±0.01^{b}
b*	9.11±0.01^{a}	8.51±0.01^{ab}	9.12±0.01^{a}	7.67±1.59^{c}	8.68±0.07^{ab}

Remark; A: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 100:0, B: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 75:25, C: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 50:50, D: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 25:75 and E: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 0:100

^{abcd} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{ns} = non-significant different

และเมื่อทำการวัดค่า Texture Profile Analysis (TPA) พบว่าค่าความแข็ง (hardness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) พลังงานในการกัด (gumminess) และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว(chewiness) มีค่าลดลงอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม (0:100) ส่วนค่าการยึดเกาะกันของอาหาร (cohesiveness) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ไส้กรอกปลาอิมัลชันทั้ง 5 สูตรมีแนวโน้มค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม (100: 0) ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่เติมลงไปมีสีขาวทึบแสง จึงช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น และยังมีส่วนช่วยลดค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ในผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

3. ผลของสัดส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลาอิมัลชันทั้ง 5 สูตร ที่มีสัดส่วนของน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่ต่างกัน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ดังแสดงใน Table 3 พบว่าสูตรที่มีสัดส่วนของน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่ 100:0 ซึ่งเป็นสูตรควบคุม มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกลักษณะสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากสูตรที่มีสัดส่วนของน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่ 0: 100 ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นรส และความชอบรวม ยกเว้นลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกของทั้ง 2 สูตร (สูตรควบคุม และ 0:100)มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากค่า Hardness ของสูตรที่มีสัดส่วนของน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่ 0: 100 มีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของไส้กรอกปลาอิมัลชันทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

Table 3 The 9 point hedonic score of fish emulsion sausages

Sensory Attributes	A	B	C	D	E
Appearance	7.40±0.89 ^{a}	7.10±1.24 ^{ab}	7.17±1.15 ^{ab}	6.93±1.17 ^{b}	7.07±0.87 ^{ab}
Color ^{ns}	7.13±1.20	7.10±1.12	7.07±1.17	6.80±1.21	6.97±1.25
Odor	6.93±1.14 ^{a}	6.67±1.18 ^{ab}	6.47±1.31 ^{ab}	6.23±1.25 ^{b}	6.53±1.11 ^{ab}
Flavor	7.17±1.05 ^{a}	6.37±1.10 ^{b}	6.57±1.07 ^{b}	6.70±0.88 ^{b}	6.77±1.28 ^{ab}
Texture	7.50±0.86 ^{a}	6.80±1.00 ^{b}	7.20±1.13 ^{ab}	7.00±0.98 ^{b}	6.93±1.05 ^{b}
Overall liking	7.33±0.80 ^{a}	6.97±0.89 ^{ab}	6.80±1.03 ^{b}	6.77±0.94 ^{b}	6.97±1.16 ^{ab}

Remark; A: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 100:0, B: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 75:25, C: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 50:50, D: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 25:75 and E: the ratios of Soybean Oil: Emulsified Soybean Oil = 0:100

^{abcd} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

^{ns} = non-significant different

สรุป

น้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่เตรียมโดยใช้ โซเดียมเคซิเนต น้ำ และน้ำมันถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 1: 8 : 10 ตามลำดับ มีพฤติกรรมการไหลคล้ายของเหลว และมีค่า loss modulus (G") มากกว่าค่า storage modulus

(G') และการศึกษาผลของน้ำมันถั่วเหลือง ต่อน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่เตรียมโดยใช้โซเดียมเคซิเนตที่สัดส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ0:100 พบว่าสัดส่วนของน้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ที่สูงขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณความชื้น และความสว่างเพิ่มขึ้น แต่ค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น พลังงานในการกัด และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว ของไส้กรอกปลาอิมัลชันมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม (100:0) และการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สัดส่วน 0:100 ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม การใช้น้ำมันพรีอิมัลซิฟายด์ทดแทนน้ำมันพืชในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันสามารถลดปริมาณการใช้น้ำมันในสูตรการผลิตได้ แต่อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท ฟู้ดอินกรีเดียนท์ เทคโนโลยี จำกัด และบริษัท วินแชนซ์ อินดัสตรีส์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบในการทำวิจัย และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

เอกสารอ้างอิง

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2554. **การแปรรูปสัตว์น้ำ**. กรมประมง, กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เจริญโภคภัณฑ์. 2557. **ซีพีเอฟเปิดตัว 3 รสชาติใหม่ไส้กรอกพรีเมี่ยม "บุชเชอร์"**. แหล่งที่มา: http://www.cpfworldwide.com/th/media-center/news/view/157. 7/7/2557

นิธิยา รัตนาปนนท์.2553. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

วรรณชยา ศรศักดิ์ชัยสิงห์. 2556. **ผลของอิมัลซันต่อคุณภาพของไส้กรอกปลาทูน่าท้องแถบ (*Katsuwonus pelamis*)**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่21 ฉบับที่ 4 ต.ค. – ธ.ค. 2556.

AOAC 1995. **Official Methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists Washington, D.C.

Bourne, M. C. 1978. Texture profile analysis. **Food Technol**. 32: 62-66.

Gaman, P.M. and Sherrington, K.B., 1990, **The Science of Food**. 3rd ed., Butterworths, London, 273p.

Jiménez Colmenero, F., J. Carballo and Solas, M. T. 1995. The effect of use of freeze–thawed pork on properties of bologna sausage with two fat levels. **J. Food Sci.** 30: 335-346.

Jiménez-Colmenero, F., Herrero, A., Pintado, T., Solas, M.T. and Ruiz-Capillas, C., 2010, Influence of emulsified olive oil on stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters, **Food Res. Int.** 43: 2068-2076.

Mine, Y., Li-Chan, E. and Jiang, B. 2010. **Flavor - active properties of amino acids, peptides and proteins**. Bioactive Proteins and Peptides as Functional Foods and Nutraceuticals. 341-358.

MFRD (Marine Fisheries Research Department). 1987. **Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures for Fish and Fish Products**. SEAFDEC, Singapore.

Motohiro, T. 1981. General aspect of processing marine food. *In* T. Motohiro., H. Kadota., K. Hashimoto., M. Kayama and T. Tokunaga, eds. **Science of Processing Marine Food Products vol. II**. Kanagawa International Fisheries Training Center. Japan International Cooperation Agency, Japan.

การศึกษาเทคนิควิธีการเก็บตัวอย่างเชิงคุณภาพของไดอะตอมพื้นทะเลในแหล่งทำการประมงหอยลาย อำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด

Qualitative Sampling Techniques of Benthic Diatoms in Short-necked Clam *(Paphia undulata)* Fishing area, Laem Ngop District, Trat Province

ภรณ์วิมล สามปรุ[1*] ณัฏฐณิชา ศรีแก้วดี[1] นภาขวัญ แหวนเพชร[1] และ จิตติมา อายุตตะกะ[1]

Ponwimon Sampru[1*], Natthanicha Srikaewdee[1], Napakhwan Whanpetch[1] and Chittima Aryuthaka[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาเทคนิควิธีการเก็บตัวอย่างไดอะตอมพื้นทะเลเชิงคุณภาพของไดอะตอมพื้นทะเล 2 วิธี คือ (1) การใช้ผ้า ขนาด 10X10 ตารางเซนติเมตร และ (2) การใช้หลอดพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร พบไดอะตอมพื้นทะเลทั้งหมด 2 ชั้น รวม 9 สกุล โดยแบ่งเป็นชั้น Bacillariophyceae (Diatom) 8 ชนิด ได้แก่ *Cyclotella meneghiniana*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus radiscus*, *Cymbella pusilla*, *Amphora* sp., *Gyrosigma* sp., *Pleurosigma* sp. และ *Surirella ovata* ส่วนชั้น Dinophyceae 1 ชนิด ได้แก่ *Dinobryon tabellariae* นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของชนิดของไดอะตอมพื้นทะเลจากการศึกษาเทคนิควิธีการเก็บตัวอย่างทั้ง 2 วิธี แต่พบว่าวิธีการใช้หลอดพลาสติกให้ค่าความหนาแน่นของไดอะตอมพื้นทะเลสูงกว่าวิธีการใช้ผ้า

ABSTRACT

Comparative study on the qualitative of sampling techniques of benthic diatoms in the short-necked clam *(Paphia undulata)* fishing area between the cloth of 10x10 cm^2 and the syringe of 3 cm in diameter from surface substrate. Nine species of benthic diatoms in 2 classes namely *Cyclotella meneghiniana*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus radiscus*, *Cymbella pusilla*, *Amphora* sp., *Gyrosigma* sp., *Pleurosigma* sp. and *Surirella ovata* in Class Bacillariophyceae (Diatom). Another species found, *Dinobryon tabellariae* in Class Dinophyceae. Both methods yielded the same result in term of species diversity. However the syringe method yielded higher cells density.

Key Word: benthic diatoms, density, Trat Province

* Corresponding author; e-mail address: s.ponwimon@hotmaill.com

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ไดอะตอม (diatom)เป็นที่รู้จักกันดีว่าเป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพที่ดีเยี่ยม และมีความน่าเชื่อถือ (Battarbbee, 1986) เคยถูกใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศก่อนปี ค.ศ. 1900 (Juggins, 1992) นอกจากนี้ไดอะตอมยังเป็นผู้ผลิตขั้นต้นของระบบนิเวศในห่วงโซ่อาหาร เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของเฮเทอโรโทรฟิกแบคทีเรีย (Heterotrophic bacteria หรือ Heterotroph) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ และสัตว์พื้นทะเล นอกจากนี้ยังเป็นตัวช่วยสำคัญในการกักเก็บคาร์บอนอีกด้วย (Hope, 2004) โดยทั่วไปไดอะตอมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ไดอะตอมที่อยู่บนพื้น (benthic diatom) และไดอะตอมที่เป็นลอยอยู่ในมวลน้ำ (plaktonic diatom) เราสามารถพบไดอะตอมได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และในทะเล แต่ส่วนใหญ่จะพบในทะเล (ลัดดา, 2544) นอกจากนี้ไดอะตอมบนพื้นท้องทะเลส่วนใหญ่จะเกาะติดกับพื้นผิวของวัสดุต่าง ๆ เช่น การเกาะติดบนปะการังเทียม หญ้าทะเล หรือผิวหน้าดิน

หอยลาย *(Paphia undulata)* เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถสร้างรายได้คิดเป็นมูลค่า 20,700,000 บาท ปริมาณในการเก็บเกี่ยว 13,806 ตัน และแนวโน้มของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี (Department of Fisheries, 2011) โดยทั่วไปสามารถพบหอยลายทั้งชายฝั่งทะเลอ่าวไทย และอันดามัน อาศัยอยู่ใกล้บริเวณปากแม่น้ำที่มีความลึก 3-15 เมตร อยู่ในเขตบริเวณน้ำขึ้น – น้ำลง หอยลายฝังตัวอยู่ในพื้นดินเลน หรือดินตะกอนเหลว และกินอาหารด้วยวิธีการกรองกิน และกินซากสารอินทรีย์ (Isara, 2013) ทั้งนี้ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าหอยลายกินอาหารประเภทใดและอย่างใด แหล่งอาหารที่สำคัญของหอยลายอาจเกี่ยวข้องกับแพลงก์ตอนพืชที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำหรือแพลงก์ตอนพื้นทะเล (ไดอะตอมพื้นทะเล) จากการสอบถามข้อมูลส่วนตัว (ยังไม่เผยแพร่) หอยลายมีแนวโน้มจะกินสารอินทรีย์ที่อยู่บริเวณพื้นทะเล (ซึ่งมีไดอะตอมพื้นทะเลรวมอยู่ด้วย) โดยดูจากสัดส่วนปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนของเนื้อหอยลาย การสำรวจและเก็บตัวอย่างไดอะตอมพื้นทะเลในบริเวณแหล่งทำการประมงหอยลาย เพื่อให้ทราบชนิด และการแพร่กระจาย รวมถึงวิธีการเก็บตัวอย่างไดอะตอมพื้นทะเลที่เหมาะสม จะเป็นการช่วยให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการใช้ประโยชน์ และจัดการทรัพยากรหอยลายในอนาคต

เนื่องจากไดอะตอมมีแหล่งที่อยู่ที่หลากหลาย วิธีการเก็บตัวอย่างไดอะตอมจากธรรมชาติ จึงมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับแหล่งยึดเกาะของไดอะตอม เช่น การศึกษาไดอะตอมที่เป็นอิพิไฟต์บนใบของหญ้าทะเล (ฐิติมา, 2553) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคนิควิธีการเก็บตัวอย่างเชิงคุณภาพอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการเก็บตัวอย่างไดอะตอมพื้นทะเล โดยแบ่งวิธีการเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 วิธี คือ 1) การใช้ผ้าขนาด 10X10 ตารางเซนติเมตร และ 2) การใช้หลอดพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างไดอะตอมบริเวณผิวหน้าดิน การเก็บตัวอย่างทั้ง 2 วิธี เพื่อศึกษาชนิดและความหนาแน่นของไดอะตอมบริเวณผิวหน้าดิน นอกจากนี้ยังสามารถใช้เทคนิควิธีการเก็บตัวอย่าง

ไดอะตอมเป็นเครื่องมือ หรือเป็นแนวทางที่จะนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีศึกษาอื่นๆ ได้อีกด้วย เนื่องจากไดอะตอมสามารถเป็นดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ และแหล่งอาหารของสัตว์พื้นทะเล เช่น หอยลาย ปลิงทะเล และสัตว์น้ำวัยอ่อน ในปัจจุบันข้อมูลและการศึกษาไดอะตอมในประเทศไทยยังมีน้อย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาไดอะตอมเป็นอย่างมาก เพื่อการใช้ประโยชน์จากสัตว์น้ำในทะเลและแหล่งอาหารของสัตว์น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างดินภาคสนาม

บริเวณที่เก็บตัวอย่างดินอยู่ในแหล่งการทำประมงหอยลาย บริเวณแหลมงอบ จังหวัดตราด ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 สถานี (Figure 1) ซึ่งมีระดับความลึกของน้ำทะเล 2 – 5 เมตร ใช้เครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนดินบริเวณพื้นทะเล (Ekman grab) ขนาด 15x15x15 ตารางเซนติเมตร โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Holger (2007) ตักดินขึ้นมา ถ่ายน้ำออกอย่างช้า ๆ จนหมด ซึ่งต้องรักษาบริเวณหน้าดินให้คงรูปไว้ เก็บตัวอย่างไดอะตอมพื้นทะเลโดยใช้เทคนิควิธีการเก็บตัวอย่าง 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 การใช้ผ้าขนาด 10x10 ตารางเซนติเมตร วางลงบนผิวหน้าดิน และลอกออก (พยายามให้ผิวหน้าดินติดอยู่บนผ้าให้ทั่วทั้งแผ่น) จากนั้นล้างตัวอย่างที่อยู่บนผ้าลงขวดเก็บตัวอย่าง และเก็บรักษาด้วยน้ำยารักษาสภาพฟอร์มาลีน 4%

วิธีที่ 2 การใช้หลอดพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ปักลงไปในดิน จากนั้นดันดินจากด้านล่างขึ้นมา 1 เซนติเมตร (Tohru *el at*., 2014) เก็บตัวอย่างดินด้านบนใส่ขวดเก็บตัวอย่าง และเก็บรักษาตัวอย่างด้วยน้ำยารักษาสภาพฟอร์มาลีน 4%

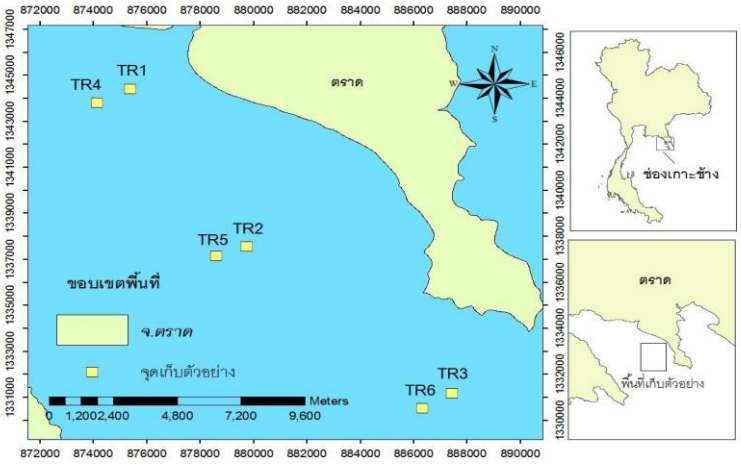


Figure 1 A map showing the sampling area.

การทำความสะอาดเซลล์ไดอะตอมพื้นทะเล

ทำความสะอาดเซลล์ไดอะตอมพื้นทะเลด้วยวิธีการของ Simonsen (1974) โดยนำตัวอย่างที่อยู่ในน้ำยารักษาสภาพฟอร์มาลีนใส่หลอดทดลอง 1 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น โดยดูดน้ำส่วนที่ใสทิ้งและเติมน้ำกลั่นลงไปให้มีปริมาตร 5 มิลลิลิตร (ตัวอย่าง + น้ำกลั่น) นำเข้าเครื่องเหวี่ยงปั่นที่ 3,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ตัวอย่างตกตะกอน และทำซ้ำอีก 5 ครั้ง เพื่อล้างน้ำยารักษาสภาพฟอร์มาลีน เมื่อดูดส่วนที่ใสครั้งสุดท้ายออกทั้งหมด ให้เติมโปรแตสเซียมเปอร์แมงกาเนส ($KMnO_4$) 1 มิลลิลิตร และทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงให้นำตัวอย่างไปต้มในน้ำพอเดือด พร้อมกับเติมกรดไฮโดรคลอริค (HCl) ทั้งนี้จะทำให้ของเหลวกลายเป็นสีน้ำตาลและเกิดฟอง ทำการต้มจนของเหลวเปลี่ยนเป็นสีเขียวมะกอก และนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นตามวิธีข้างต้น เพื่อล้างความเป็นกรดให้หมดไป และเติมน้ำกลั่นในตัวอย่างให้มีปริมาตร 5 มิลลิลิตร

การจำแนกชนิด และนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์

นำตัวอย่างที่ผ่านการล้างเซลล์เรียบร้อยแล้ว หยดลงบนแผ่นสไลด์ 1 หยด นำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง นับจำนวนไดอะตอมที่พบในระดับสกุล ทั้งนี้อาจมีเศษขยะหลงเหลือ และติดอยู่กับเซลล์ จึงต้องแยกขยะออกจากเซลล์ก่อนจึงจะทำการนับได้ (อรรชนีย์, 2545) โดยยึดหลักการจัดในระดับอันดับ (order) และ วงศ์ (family) ของ Simonsen (1979) และ Round *et al.* (1990)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความหลากหลายของไดอะตอมพื้นทะเล

จากการศึกษาตัวอย่างพบว่า พบไดอะตอมพื้นทะเลทั้งหมด 2 ชั้น รวม 9 ชนิด โดยแบ่งเป็นชั้น Bacillariophyceae (Diatom) 8 ชนิด ได้แก่ *Cyclotella meneghiniana*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus radiscus*, *Cymbella pusilla*, *Amphora* sp., *Gyrosigma* sp., *Pleurosigma* sp. และ *Surirella ovata* ชั้น Dinophyceae 1 ชนิด ได้แก่ *Dinobryon tabellariae* ซึ่งพบทั้งวิธีการใช้ผ้า และวิธีการใช้หลอดพลาสติก ดังนั้นความแตกต่างของชนิดที่พบจึงไม่มีความแตกต่างกัน (Figure 2) และทั้ง 2 วิธีการเก็บตัวอย่างพบ *Dinobryon tabellariae* และ *Pleurosigma* sp. เป็นชนิดเด่น

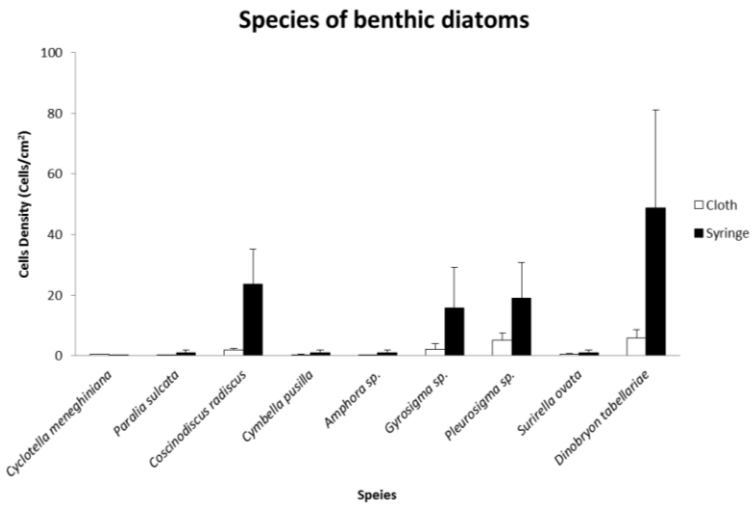


Figure 2 The Comparison of benthic diatom species between cloth method and syringe method. Bars denote standard error of the mean.

ความหนาแน่นของของไดอะตอมพื้นทะเลในแต่ละสถานี

วิธีที่ 1 จาก Figure 3 แสดงให้เห็นว่าในสถานีที่ 1 พบ *Dinobryon tabellariae*, *Pleurosigma* sp., *Gyrosigma* sp. และ *Coscinodiscus radiscus* มีความหนาแน่นเฉลี่ยของเซลล์อยู่ที่ 19, 15, 12 และ 4 เซลล์ต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าสถานีอื่น ๆ นอกจากนี้ในสถานี 4 พบว่า มีความหลากชนิดของไดอะตอมพื้นทะเลมากกว่าสถานีอื่น ๆ อีกด้วย

วิธีที่ 2 จาก Figure 4 แสดงให้เห็นว่าในสถานีที่ 1 พบ *Dinobryon tabellariae* มีความหนาแน่นเฉลี่ยของเซลล์ 206 เซลล์ต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีความหนาแน่นสูงที่สุด และ *Gyrosigma* sp. มีความหนาแน่นเฉลี่ยของเซลล์อยู่ที่ 83 เซลล์ต่อตารางเซนติเมตร ถัดมาคือสถานีที่ 2 พบ *Pleurosigma* sp., *Dinobryon tabellariae* และ *Coscinodiscus radiscus* มีความหนาแน่นเฉลี่ยของเซลล์อยู่ที่ 77, 47 และ 12 เซลล์ต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความหลากชนิดของไดอะตอมพื้นทะเลพบมากสุดในสถานีที่ 4 และ 6

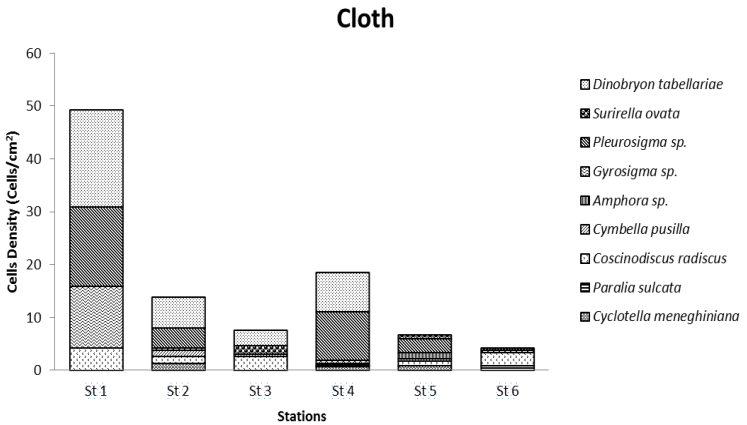


Figure 3 Cells density of benthic diatoms on the cloth in the study area.

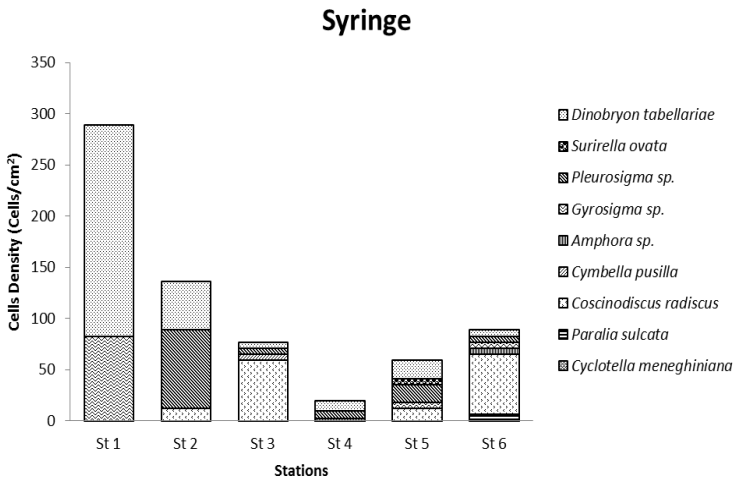


Figure 4 Cells density of benthic diatoms in the syringe in the study area.

เปรียบเทียบความหนาแน่นของไดอะตอมพื้นทะเล ระหว่างเทคนิควิธีการเก็บตัวอย่างโดยการใช้ผ้าและการใช้หลอดพลาสติก

ไดอะตอมพื้นทะเลที่เก็บด้วยวิธีการใช้หลอดพลาสติกมีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยของเซลล์สูงกว่าวิธีการใช้ผ้า โดยชนิดเด่นที่พบ คือ *Dinobryon tabellariae*, *Coscinodiscus radiscus*, *Pleurosigma* sp. และ *Gyrosigma* sp. ซึ่งมีความหนาแน่นเฉลี่ยของเซลล์อยู่ที่ 49, 24, 19และ 16 เซลล์ต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่วิธีใช้ผ้านั้นมีความหนาแน่นเฉลี่ยของเซลล์เพียง 6, 2, 5 และ 2 เซลล์ต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 2) และเมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของไดอะตอมพื้นทะเลในแต่ละสถานี พบว่า วิธีการเก็บตัวอย่างไดอะตอมพื้นทะเลด้วยวิธีใช้หลอดพลาสติกมีความหนาแน่นของเซลล์สูงกว่าการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีใช้ผ้า (Figure 5) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

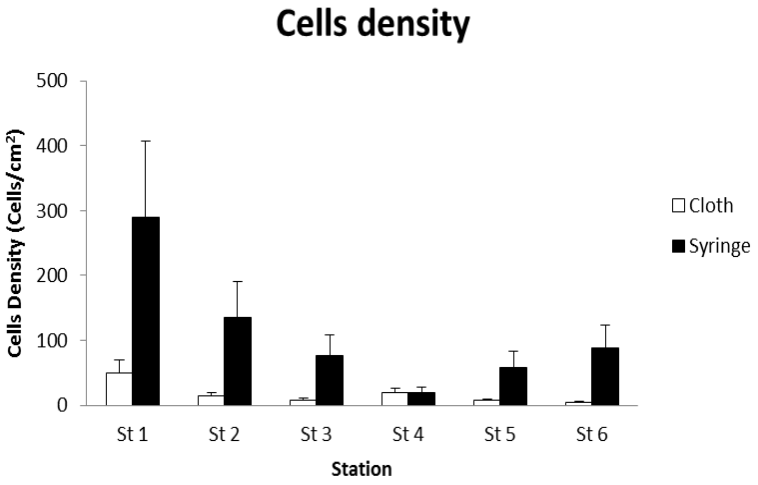


Figure 5 The comparison of benthic diatom cells density between cloth method and syringe method. Bars denote standard error of the mean.

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ชนิดของไดอะตอมพื้นทะเลที่พบมากในแหล่งทำการประมงหอยลาย อำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด ได้แก่ *Dinobryon tabellariae*, *Coscinodiscus radiscus*, *Pleurosigma* sp. และ *Gyrosigma* sp. ซึ่งแตกต่างจากไดอะตอมที่พบบนใบหญ้าทะเลที่มีชนิดเด่น ได้แก่ *Navicula* sp., *Amphora* sp. และ *Nitzschia* sp. (ฐิติมา, 2553) และไดอะตอมที่พบในแหล่งปะการังเทียม ได้แก่ *Mastogloia* sp., *Biddulphia* sp., *Triceratium* sp. และ *Podocystis* sp. (อรรชนีย์, 2545) ทั้งนี้เนื่องจากความหลากหลายของไดอะตอมขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและพื้นที่อยู่อาศัย ซึ่งไดอะตอมแต่ละชนิดมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถใช้ไดอะตอมเป็นตัวชี้ความสมบูรณ์ของดินและน้ำตามธรรมชาติได้

สรุป

บริเวณแหล่งทำการประมงหอยลายซึ่งเป็นสถานที่ทำการเก็บตัวอย่างไดอะตอมพื้นทะเลทั้งสองวิธี ไม่พบความแตกต่างระหว่างชนิด แต่เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของเซลล์ พบว่าการเก็บตัวอย่างด้วยเทคนิควิธีการใช้หลอดพลาสติกมีความหนาแน่นเฉลี่ยของเซลล์สูงกว่าการเก็บตัวอย่างด้วยเทคนิควิธีการใช้ผ้า ทั้งนี้เนื่องจากผ้าที่แปะลงบนผิวดินนั้นอาจจะมีไดอะตอมเกาะติดอยู่บนผ้าอยู่เพียงเล็กน้อย ซึ่งต่างจากการเก็บตัวอย่างด้วยเทคนิควิธีใช้การหลอดพลาสติกที่ไดอะตอมพื้นทะเลอาจอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหนาแน่น เห็นได้ชัดว่าการเก็บตัวอย่างไดอะตอมพื้นทะเลที่อยู่ในดินด้วยเทคนิควิธีใช้หลอดพลาสติก มีประสิทธิภาพ และมีความสะดวกรวดเร็วในการเก็บตัวอย่างในภาคสนามมากกว่าการเก็บตัวอย่างด้วยเทคนิควิธีการใช้ผ้าอีกด้วย นอกจากนี้พบไดอะตอมพื้นทะเลชนิดเด่นในบริเวณที่มีการทำประมงหอยลายของจังหวัดตราด คือ *Dinobryon tabellariae*, *Coscinodiscus radiscus*, *Pleurosigma* sp. และ *Gyrosigma* sp.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่องนิเวศวิทยาระดับประชากรของหอยลาย (*Paphia undulata* (Born, 1778)) ชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัย และพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิง

ฐิติมา นิยมศิลป์ชัย. 2553. **ไดอะตอมที่เป็นอิพิไฟต์บนใบหญ้าทะเลบริเวณป่าคลอก จังหวัดภูเก็ต**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลัดดา วงรัตน์. 2544. **แพลงก์ตอนพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรรชนีย์ ชำนาญศิลป์. 2545. **การจำแนกชนิดไดอะตอมที่พบบนพื้นผิวปะการังเทียม บริเวณอ่าวขาม เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องกราด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Battarbee, R.W. 1986. Diatom analysis. *In:* Berglund, B.E. (ed.) **Handbook of Holocene Paleoecology and Paleohydrology**, Wiley & Sons, London, pp. 527–570

Department of Fisheries. 2011. **Fisheries Statistics of Thailand 1974-2009**. Department of Fisheries. Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Holger, C., Francesca S., Friederike W.C., Vicki M., André F.L. and Henk V. 2007. Diatoms (Bacillariophyceae) and Dinoflagellate Cysts (Dinophyceae) from Rookery Bay, Florida, U.S.A. **Caribbean Journal of Science**, Vol. 43, No.1, pp. 23-58.

Hope, E. 2004. **Species and genetic diversity of benthic diatom communities along a salinity gradient**. School of Oceanography, University of Washington. pp. 1-14.

Isara, C. 2013. **Undulated Surf Clam (*Paphia* spp.) Dredge Fishing of Thailand 1**. Training Department Southeast Asian Fisheries Development Center. p. 59.

Juggins, S. 1992. Diatoms in the Thames Estuary, England: Ecology, paleoecology, and salinity transfer function. *In*: **Bibliotheca Diatomologica 25**, ed. H. Lange-Bertalot, pp. 1-216. Berlin: J. Cramer.

Simonsen, R. 1974. The diatom plankton for the Indian Ocean Expedition of R.V. 'Meteor' 1964-1965 'Meteor'Forschungsergebnisse: Reihe D. 19, pp. 107.

Stoermer, E.F. and J. P. Smol. 1999. **The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences**. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Takahashi, T., Umehara, A. and Tsutsumi, H. 2014. Diffusion of microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) from the reservoir of Isahaya Bay, Japan, into the marine and surrounding ecosystems as a result of large-scale drainage. **Marine Pollution Bulletin**. 89 (2014): 250-258

Werner, D. 1977. Introduction with a Note on Taxonomy, pp. 1-17. *In* D. Werner, ed. **The Biology of Diatoms**. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.

การตกตะกอนและคุณสมบัติดินตะกอนหลังจากการติดตั้งแนวชะลอคลื่นแบบเลียนแบบธรรมชาติในพื้นที่อำเภอบางปู จังหวัดสมุทรปราการ

Sedimentation and Sediment Quality after the Installation of Natural - Imitated Breakwater at Bangpoo District, Samutprakan Province

ปภัชญา ศรีชาติ[1] เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์[1*] ณิศรา ถาวรโสตร์[1] และ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์[2]

Papatchaya Srichat[1], Shettapong Meksumpun[1*], Nissara Thawonsode[1] and Charumas Meksumpun[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาของการตกตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอน หลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่นแบบเลียนแบบธรรมชาติในพื้นที่อำเภอบางปู จังหวัดสมุทรปราการ จำนวนทั้งสิ้น 8 สถานี โดยทำการศึกษาในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 (1 เดือนหลังการติดตั้ง) เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (5 เดือนหลังการติดตั้ง) และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (9 เดือนหลังการติดตั้ง) มีจุดเก็บตัวอย่างทั้งบริเวณหน้าและหลังแนวชะลอคลื่น ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า หลังจากการติดตั้งแนวชะลอคลื่น 9 เดือน การปักโดยการใช้ไม้พลาสติกพร้อมรากโกงกางเทียมที่มีความหนาแน่นสูง พบการตกตะกอนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (20 เซนติเมตร) และหลังแนวชะลอคลื่นมีดินตะกอนขนาด 63-125 ไมโครเมตรเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ดินตะกอนโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นโคลนปนทราย ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 3.03 - 7.12 โดยภาพรวม พบว่าบริเวณหน้าแนวชะลอคลื่นมีปริมาณสารอินทรีย์รวมสูงกว่าบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการติดตั้งแนวชะลอคลื่นโดยการใช้ไม้พลาสติกที่มีรากโกงกางเทียมทำให้มีการตกตะกอนสะสมได้ดีซึ่งนับเป็นประโยชน์ต่อการฟื้นฟูระบบนิเวศต่อไป

ABSTRACT

Research on changes in sedimentation and sediment quality after the installation of natural - imitated breakwater at Bangpoo district, Samutprakan Province, was carried out during October 2015 and November 2016. The total of 8 sampling stations was set up both in front of and behind the breakwater. The results demonstrated that the pattern of installation with density of wood-plastic composed with artificial root can increase the sedimentation about 20 cm after the installation for 9 months. The grain sizes of 63-125 μm was markedly increased behind the breakwater. In general, the sediment was composed of dense muddy sand. Total organic matter (TOM) ranged between 3.03-7.12%. In front of the breakwater was higher than that of behind the breakwater. Overall result indicated that the breakwater composing of the wood-plastic with artificial root had more efficiency for increasing sedimentation rate. This information for useful in rehabilitation of the coastal ecosystem in the near further.

Key Word: Breakwater, wood-plastic, sediment quality, Bangpoo

*Corresponding author; e-mail address: **ffisspm@ku.ac.th**

[1]สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Major of Marine Sciences, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Sciences, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของประเทศไทยทวีความรุนแรงขึ้นอย่างชัดเจน ในอดีตป่าชายเลนเป็นแนวกันคลื่นที่ดีและป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งได้เป็นอย่างดี ซึ่งป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่เชื่อมต่อระหว่างระบบนิเวศทางบกและระบบนิเวศทางทะเล ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (McLusky, 1981) เนื่องจากเป็นแหล่งทับถมของตะกอนอินทรีย์ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่มีความสำคัญของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปการกัดเซาะบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง มีสาเหตุหลักมาจาก คลื่นลมพายุ กระแสน้ำขึ้นน้ำลง การเคลื่อนย้ายของตะกอน รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และอีกหนึ่งสาเหตุที่ส่งผลกระทบมากนั้นมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่มีการบุกรุกใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนมาอย่างชัดเจน

วิธีหนึ่งในการลดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง ในพื้นที่ใกล้แนวป่าชายเลนคือการสร้างแนวชะลอคลื่น ซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิถีทางที่น่าจะช่วยในการดักตะกอนที่ถูกพัดพามากับมวลน้ำ อีกทั้งยังสามารถชะลอความแรงของคลื่นที่กระทบฝั่งให้อ่อนกำลังลง ทำให้เกิดการงอกใหม่ของพื้นดินได้ ในปัจจุบันรูปแบบของการสร้างเขื่อนชะลอคลื่นนั้น ส่วนใหญ่เป็นการปักด้วยไม้ไผ่ ซึ่งเป็นการใช้วัสดุทางธรรมชาติในการแก้ไขปัญหา อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญของการใช้วัสดุธรรมชาติ คือ ใช้งานได้ในระยะสั้น และมีข้อจำกัดในรูปแบบการใช้งานและแหล่งที่มา

การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของแนวชะลอคลื่นที่ใช้วัสดุแบบเลียนแบบธรรมชาติที่มีความทนทานกว่าไม้ไผ่ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของการตกตะกอน ขนาดอนุภาคดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน เพื่อให้ทราบลักษณะหรือแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่นในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งนี้ เพื่อทราบประสิทธิภาพของแนวชะลอคลื่นแบบเลียนแบบธรรมชาติ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการบริหารจัดการเพื่อการแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งและการพัฒนาฟื้นฟูพื้นที่ในเชิงอนุรักษ์ได้อย่างเหมาะสมต่อพื้นที่อื่น ๆ ได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ทำการศึกษา

ติดตามการตกตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอนหลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่นบริเวณพื้นที่บางปู จังหวัดสมุทรปราการ รวมทั้งสิ้น 8 สถานี โดยทำการศึกษาในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 (1 เดือนหลังติดตั้ง) เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (5 เดือนหลังติดตั้ง) และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (9 เดือนหลังติดตั้ง) โดยแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือ บริเวณหน้าแนวชะลอคลื่น (สถานี BP1, BP3, BP5 และ BP7) และบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น (สถานี BP2, BP4, BP6 และ BP8) โดยรูปแบบการติดตั้งแนวชะลอคลื่นจะมี 4 รูปแบบ (ขนาดรูปแบบละ 20X20 เมตร) ประกอบด้วย คือ 1) ปักไม้พลาสติกพร้อมรากโกงกางเทียมความหนาแน่นต่ำ (420 ต้น/แปลง) ซึ่งอยู่ระหว่าง สถานี BP1 และ BP2 2) ปักไม้พลาสติกพร้อมรากโกงกางเทียมที่มีความหนาแน่นสูง (630 ต้น/แปลง) ซึ่งอยู่ระหว่าง สถานี BP3 และ BP4 3) ปักไม้พลาสติกโดยไม่มีรากโกงกางเทียม (420 ต้น/แปลง) ซึ่งอยู่ระหว่าง สถานี BP5 และ BP6 และ 4) ปักไม้ไผ่ (420 ต้น/แปลง) ซึ่งอยู่ระหว่าง สถานี BP7 และ BP8 ดังแสดงในภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2

การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนทั้งสิ้น 8 สถานี โดยใช้ Sediment hand corer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร และใช้ cut plate ตัดดินออกเป็นชั้น ๆ ตามระดับความลึก

ชั้นละ 1 เซนติเมตร และจะเก็บตัวอย่างดินใส่ถุง polyethylene ที่มีซิปรูดปิด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ ขนาดอนุภาคดินตะกอน (Grain Size) ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Matter) ในดินตะกอน ตามรายละเอียดดังนี้

การศึกษาการตกตะกอน

ศึกษาการตกตะกอน ดำเนินการศึกษาโดยวัดความสูงของดินตะกอนที่เพิ่มขึ้น หรือลดลง เมื่อเทียบกับเครื่องหมายที่ทำไว้กับไม้มาตรฐานที่ปักไว้ในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา โดยวัดความสูงเริ่มต้นของดินตะกอนได้วัดจากเครื่องหมายที่ทำไว้จนถึงผิวหน้าดินตะกอน และคำนวณการเปลี่ยนแปลงของการตกตะกอนในรอบถัดไปจากเครื่องหมายที่ทำเอาไว้

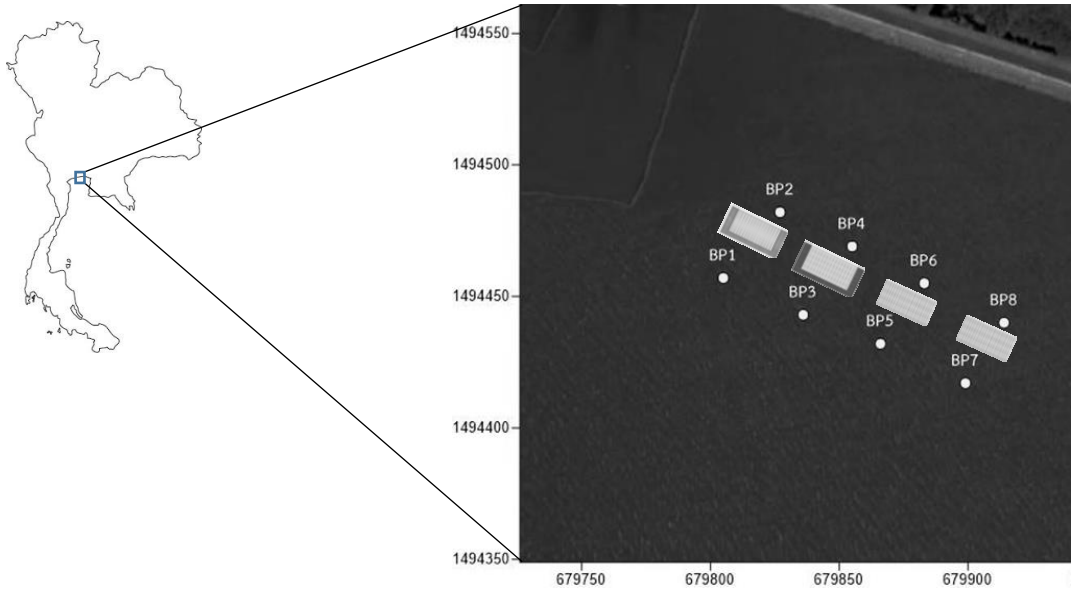


Figure 1 Sediment sampling stations (8 stations) during October 2015 and June 2016.

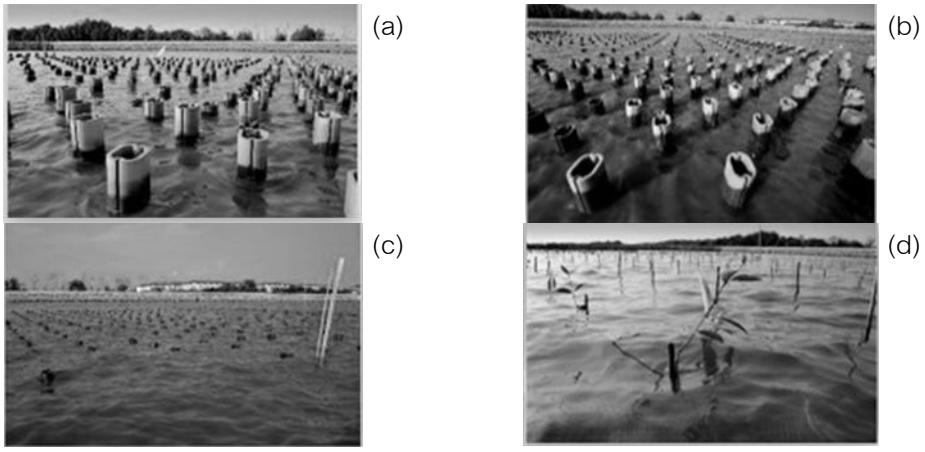


Figure 2 Installing characteristics of wood-plastic composed breakwaters; wood-plastic composed with artificial root at low density (a), wood-plastic composed with artificial root at high density (b), wood-plastic without artificial root (c) and bamboo stick.

การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคของดินตะกอน (Grain Size)

ทำการผสมดินตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ให้เข้ากันแล้วชั่งดินตะกอนประมาณ 10-20 กรัม หลังจากนั้นทำการร่อนแบบเปียกดินบนตะแกรงร่อนขนาด 1,000, 500, 250, 125 และ 63 ไมโครเมตร ตามลำดับ โดยร่อนดินให้ผ่านตามตะแกรงขนาดต่าง ๆ ล้างอนุภาคดินขนาดเล็กให้ลงไปตามชั้นต่าง ๆ ด้วยน้ำสะอาด แล้วนำดิน

ที่ค้างอยู่บนตะแกรงแต่ละชั้นถ่ายใส่ลงในกระดาษกรอง Whatman No. 41 โดยที่กระดาษกรองนั้นต้องผ่านการอบแห้ง และชั่งน้ำหนัก เพื่อทราบค่าน้ำหนักกระดาษแล้ว นำดินที่ได้ไปอบแห้งทั้งกระดาษกรองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าดินจะแห้งสนิทและนำดินที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก โดยลบน้ำหนักกระดาษออก จะได้น้ำหนักดินแห้งของแต่ละชั้น แล้วนำไปคิดเป็นร้อยละต่อน้ำหนักดินแห้งเริ่มต้นจึงนำมาคำนวณหาสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนขนาดต่าง ๆ (จารุมาศ, 2548)

วิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Matter)ในดินตะกอน

วิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Matter) โดยวิธี Ignition loss (Verardo *et al*., 1990) นำตัวอย่างดินตะกอนที่ผ่านการอบให้แห้งแล้ว มาบดด้วยโกร่งให้ละเอียด และแยกเอาเศษเปลือกหอยหรือหินออก นำถ้วย crucible ไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อเผาเสร็จนำถ้วย crucible ไปตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นก่อนทำการชั่งน้ำหนักถ้วย crucible จากนั้นนำตัวอย่างดินมาชั่งลงในถ้วย crucible ประมาณ 2-3 กรัม แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปตั้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ก่อนนำไปชั่งหาน้ำหนักดินหลังเผาเพื่อตรวจสอบน้ำหนักที่หายไปเพื่อคำนวณปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนต่อไป

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงการตกตะกอนหลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่น

จากการศึกษาการตกตะกอนหลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่นผ่านไป 1 เดือน (ภาพที่ 3a) การเปลี่ยนแปลงของการตกตะกอนในแต่ละสถานี ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 4 เซนติเมตร และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 5 เดือน (ภาพที่ 3b) พบว่าบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น มีการตกตะกอนที่เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน และพบว่าลักษณะของดินตะกอนมีการเปลี่ยนแปลงไปจากช่วงหลังการติดตั้ง 1 เดือน ซึ่งสังเกตได้จากการที่ดินมีอนุภาคตะกอนที่ใหญ่ขึ้น แต่สถานี BP8 บริเวณหลังแนวชะลอคลื่น (ปักไม้ไผ่) ยังไม่พบการเปลี่ยนแปลงของการตกตะกอนในบริเวณพื้นที่นี้

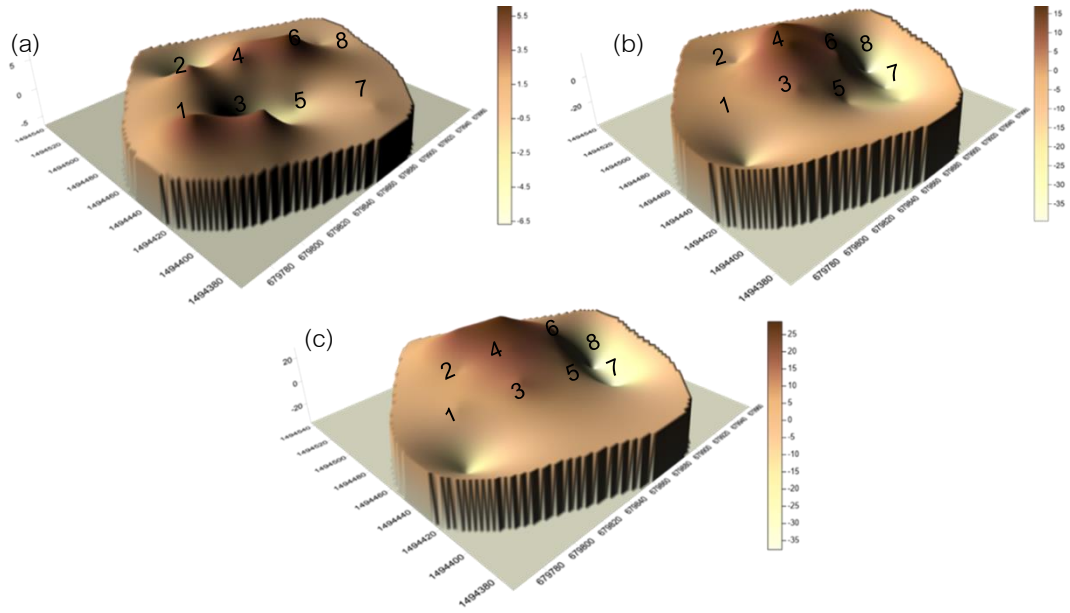


Figure 3 Three dimension graphs of sedimentation around study area after breakwater installation for one month (a), five months (b) and nine months (c)

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาการตกตะกอนหลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่น บริเวณหน้าแนวชะลอคลื่น และบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไปประมาณ 9 เดือน จะเห็นว่าบริเวณหลังแนวชะลอคลื่นจะพบการสะสมของตะกอนที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าการตกตะกอนเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 10-20 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าใน สถานี BP2, BP4 และ BP6 มีการสะสมของตะกอนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ส่วนสถานี BP8 พบการสะสมของตะกอนในปริมาณที่น้อยกว่าสถานีอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 3c)

โดยภาพรวมของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาของการตกตะกอนในพื้นที่บริเวณหน้าแนวชะลอคลื่น และบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น พบว่า ในบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น มีการสะสมของตะกอนที่ เพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน สถานี BP 2 สถานี BP 4 และ สถานี BP 6 ซึ่งเกิดจากลักษณะของการติดตั้งแนวชะลอคลื่นแบบเลียนแบบธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการดักตะกอนทำให้มีการสะสมของตะกอนบริเวณหลังแนวชะลอคลื่นเพิ่มขึ้นในระยะเวลาอันสั้น ส่วนลักษณะของแนวชะลอคลื่นแบบปักไม้ไผ่มีการดักตะกอนได้น้อยจึงทำให้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของการสะสมของตะกอนในระยะเวลาอันสั้นซึ่งอาจใช้เวลาในการสะสมที่ค่อนข้างนานกว่า

การศึกษาขนาดอนุภาคดินตะกอนหลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่น

ผลการศึกษาขนาดอนุภาคดินตะกอนที่ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร บริเวณหน้าแนวชะลอคลื่นและบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น (ภาพที่ 4 และ 5) ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 (1 เดือนหลังการติดตั้ง) และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (9 เดือนหลังการติดตั้ง)

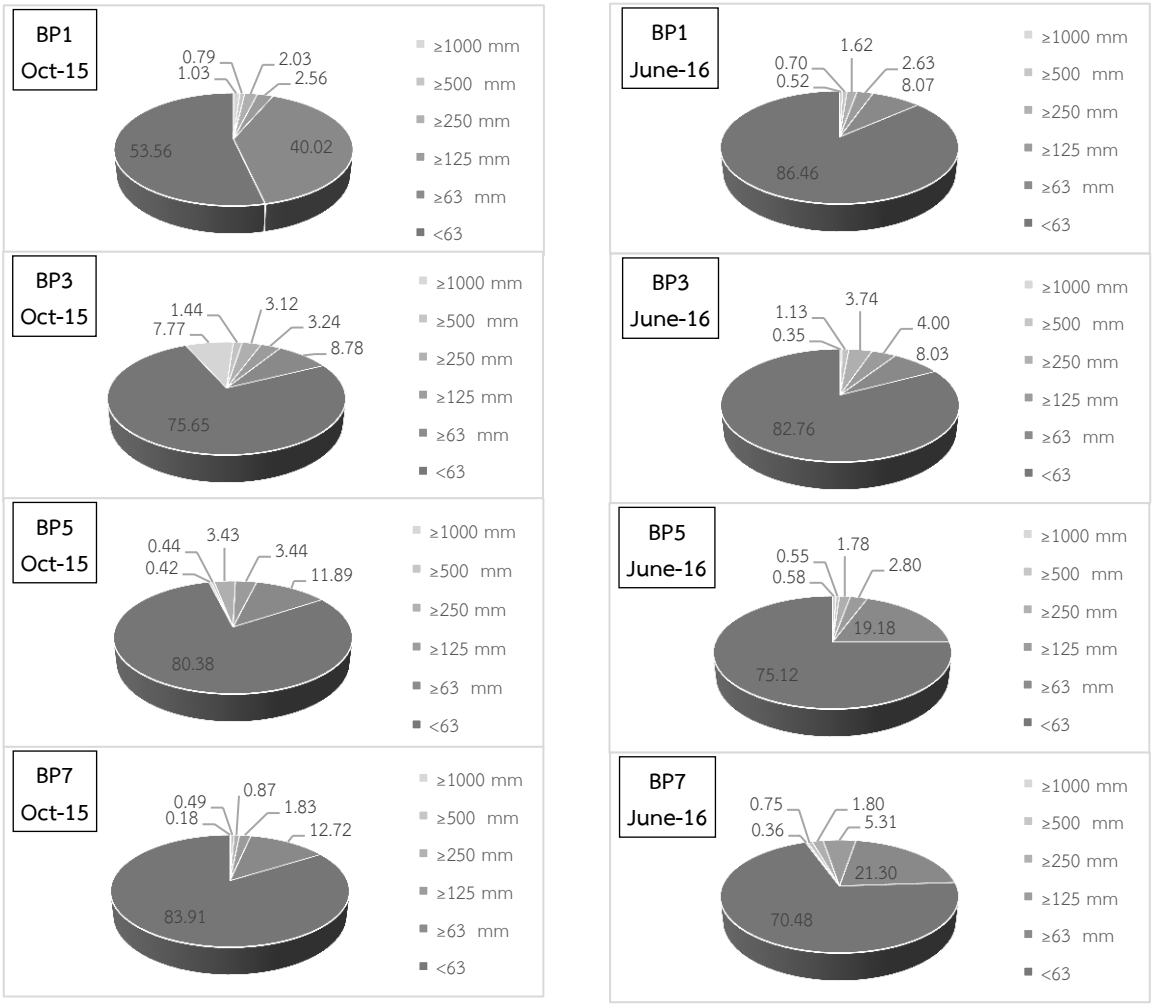


Figure 4 Changes in grain size compositions of sediment in front of the breakwater after breakwater installation for one (October 2015) and nine (June 2016) months.

โดยผลการศึกษา พบว่าเมื่อระยะเวลาหลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่นผ่านไป 1 เดือน (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558) บริเวณหน้าแนวชะลอคลื่นโดยส่วนใหญ่จะมีขนาดอนุภาคของดินตะกอนที่ต่ำกว่า 63 ไมโครเมตรเป็นลักษณะของตะกอนโคลนปนทราย มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 70-80 ของดินตะกอนทั้งหมด แต่จะพบว่าสถานีที่ 1 จะมีขนาดอนุภาคของดินตะกอนขนาด 63-125 ไมโครเมตร และขนาดอนุภาคที่ต่ำกว่า 63 ไมโครเมตร มีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ส่วนบริเวณหลังแนวชะลอคลื่นสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนจะมีขนาดต่ำกว่า 63 ไมโครเมตร มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 80 ของดินตะกอนทั้งหมดโดยส่วนใหญ่

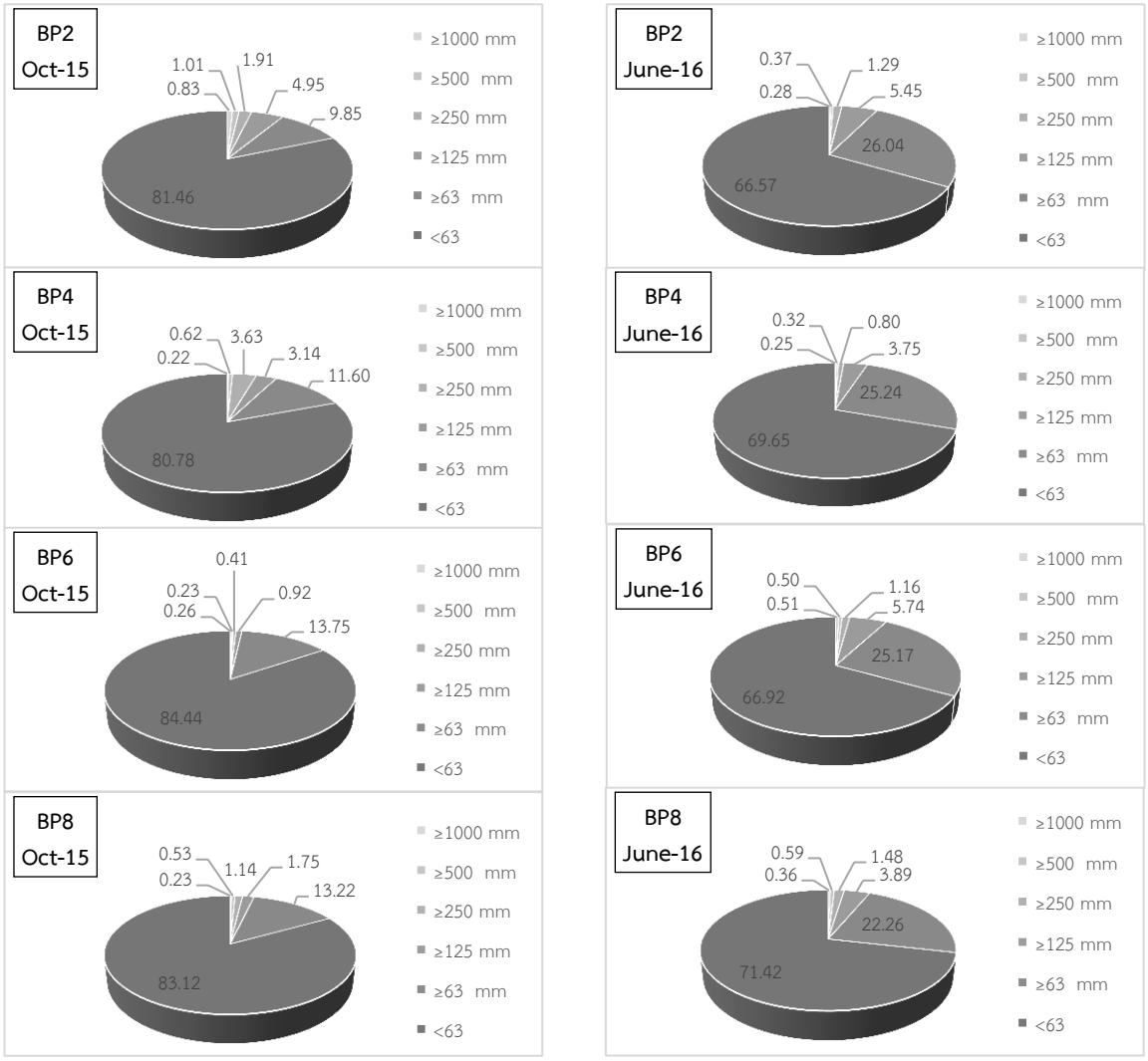


Figure 5 Changes in grain size compositions of sediment behind the breakwater after breakwater installation for one (October 2015) and nine (June 2016) months.

อย่างไรก็ตาม หลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่นระยะเวลาผ่านไป 9 เดือน จะพบว่าเมื่อมีการตกตะกอนในพื้นที่บริเวณหลังแนวชะลอคลื่นที่เพิ่มมากขึ้น สัดส่วนของขนาดอนุภาคของดินตะกอนอยู่ระหว่าง 63-125 ไมโครเมตร เพิ่มขึ้นมาอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับระยะเวลาหลังการติดตั้งที่ผ่านไปเพียง 1 เดือน ส่วนบริเวณหน้าแนวชะลอคลื่นขนาดอนุภาคของดินตะกอนส่วนใหญ่จะเป็นตะกอนที่ต่ำกว่า 63 ไมโครเมตร แต่มีบางสถานี (BP5 และ BP7) ที่พบสัดส่วนของอนุภาคของดินตะกอนอยู่ระหว่าง 63-125 ไมโครเมตร เพิ่มขึ้นมาจากหลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่นที่ผ่านไป 1 เดือน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคต่าง ๆ ที่ถูกพัดพาลงสู่แหล่งน้ำส่วนใหญ่มักมีขนาดแตกต่างกันเมื่อปะทะกับมวลเดิมของน้ำ ประกอบกับการที่ความเร็วของน้ำ

เปลี่ยนแปลงไป จะทำให้อนุภาคของดินตะกอนเกิดการจับตัวกันและตกตะกอนลงสู่พื้นท้องน้ำในปริมาณต่างกัน (จารุมาศ, 2548)

ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Matter) ในดินตะกอนที่ระดับผิวหน้า (0-1 เซนติเมตร)

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร (ภาพที่ 6) พบการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในพื้นที่ตลอดการศึกษาอยู่ระหว่างร้อยละ 3.03-7.12 หลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่นเมื่อระยะเวลาผ่านไป 1 เดือน พบค่าปริมาณสารอินทรีย์บริเวณหน้าแนวชะลอคลื่นสถานี มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 3.43-6.42 และบริเวณหลังแนวชะลอคลื่นอยู่ในช่วงร้อยละ 3.29-6.45 โดยพบว่าปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนมีความแปรผันตามองค์ประกอบของดินตะกอนที่ต่างกัน

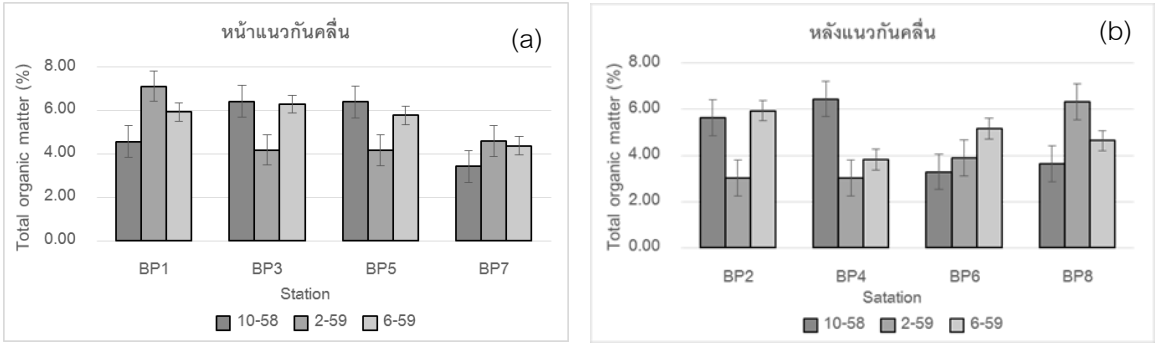


Figure 6 Changes in total organic matter of surface sediment (0-1 cm) in during October 2015 and June 2016; (a) in front of the breakwater, (b) behind the breakwater.

เมื่อระยะเวลาผ่านไป 5 เดือน สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณหน้าแนวชะลอคลื่นมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 4.17-7.12 และบริเวณหลังแนวชะลอคลื่นมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 3.03-6.33 ในภาพรวมพบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไปประมาณ 5 เดือน ปริมาณสารอินทรีย์บริเวณผิวหน้าดินมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามโดยภาพรวมพื้นที่บริเวณหน้าแนวชะลอคลื่นมีปริมาณสารอินทรีย์ในดินสูงกว่าบริเวณหลังแนวชะลอคลื่นเล็กน้อย มีเพียงสถานี BP 8 ที่มีค่าสูงกว่าสถานี BP 7 ซึ่งเป็นบริเวณหน้าแนวชะลอคลื่น

เมื่อระยะเวลาผ่านไป 9 เดือน ปริมาณสารอินทรีย์บริเวณผิวหน้า สามารถพบการสะสมของอินทรีย์สารเพิ่มมากขึ้นได้ อย่างไรก็ตามในบางสถานี พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินที่เพิ่มสูงขึ้นแสดงให้เห็นถึงความแปรผันตามองค์ประกอบของดินที่แตกต่างกันในพื้นที่ตามระยะเวลาที่ศึกษา หลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่น เมื่อระยะเวลาประมาณ 9 เดือน สามารถพบการสะสมของอินทรีย์สารเพิ่มมากขึ้นได้อาจมาจากความแตกต่างกันของจุดเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกันจากจุดเก็บกลุ่มเดิมหรือพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ทำการศึกษา ทั้งนี้ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูงสุดในพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีน มีค่าร้อยละ 17.65 (สุจิตตา, 2552) และ 18.86 (กาญจนา, 2558) ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ปากแม่น้ำแม่กลอง (บุณฑริกา, 2554) มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินสูงสุดอยู่ในช่วง ร้อยละ 11.46 และในพื้นที่ปากแม่น้ำเพชรบุรี (พิชาศิษฐ์, 2557) มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินสูงสุดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 9 ส่วนในพื้นที่ที่ทำการติดตั้งแนวชะลอคลื่น อำเภอบางปู โดยมีค่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินสูงสุดร้อยละ 7.12 ซึ่งอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน

ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตามระดับความลึก (0-5 เซนติเมตร)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์ในดินระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร (ภาพที่ 7) ตามระยะเวลาปริมาณสารอินทรีย์ในดินบริเวณหน้าแนวชะลอคลื่นและบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น มีค่าอยู่ในช่วง

ประมาณร้อยละ 2.09-10.77 โดยในบริเวณหน้าแนวชะลอคลื่นมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 3.04-10.77 และบริเวณหลังแนวชะลอคลื่นมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.90-6.71

ทั้งนี้ ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน พบว่ายังไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่ชัดเจนและปริมาณสารอินทรีย์ค่อนข้างคงที่ อย่างไรก็ตาม บริเวณพื้นที่หน้าแนวชะลอคลื่นมีการสะสมปริมาณสารอินทรีย์ตามระดับความลึกที่สูงขึ้นตามระยะเวลามากกว่าบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น ส่วนบริเวณหลังแนวชะลอคลื่น นั้นพบการสะสมของตะกอนที่ค่อนข้างเร็วจึงทำให้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของปริมาณสารอินทรีย์ที่ชัดเจน พบว่าในช่วงหลังจากการติดตั้งแนวชะลอคลื่นประมาณ 9 เดือน พบเพียงบางสถานี ที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับความลึก เนื่องจากพื้นที่บริเวณหลังแนวชะลอคลื่นอาจมีโครงสร้างของอนุภาคดินที่ใหญ่ขึ้นและมีการจับกันอย่างหลวมตัวจึงทำให้พบการสะสมของปริมาณสารอินทรีย์ที่ค่อนข้างน้อย

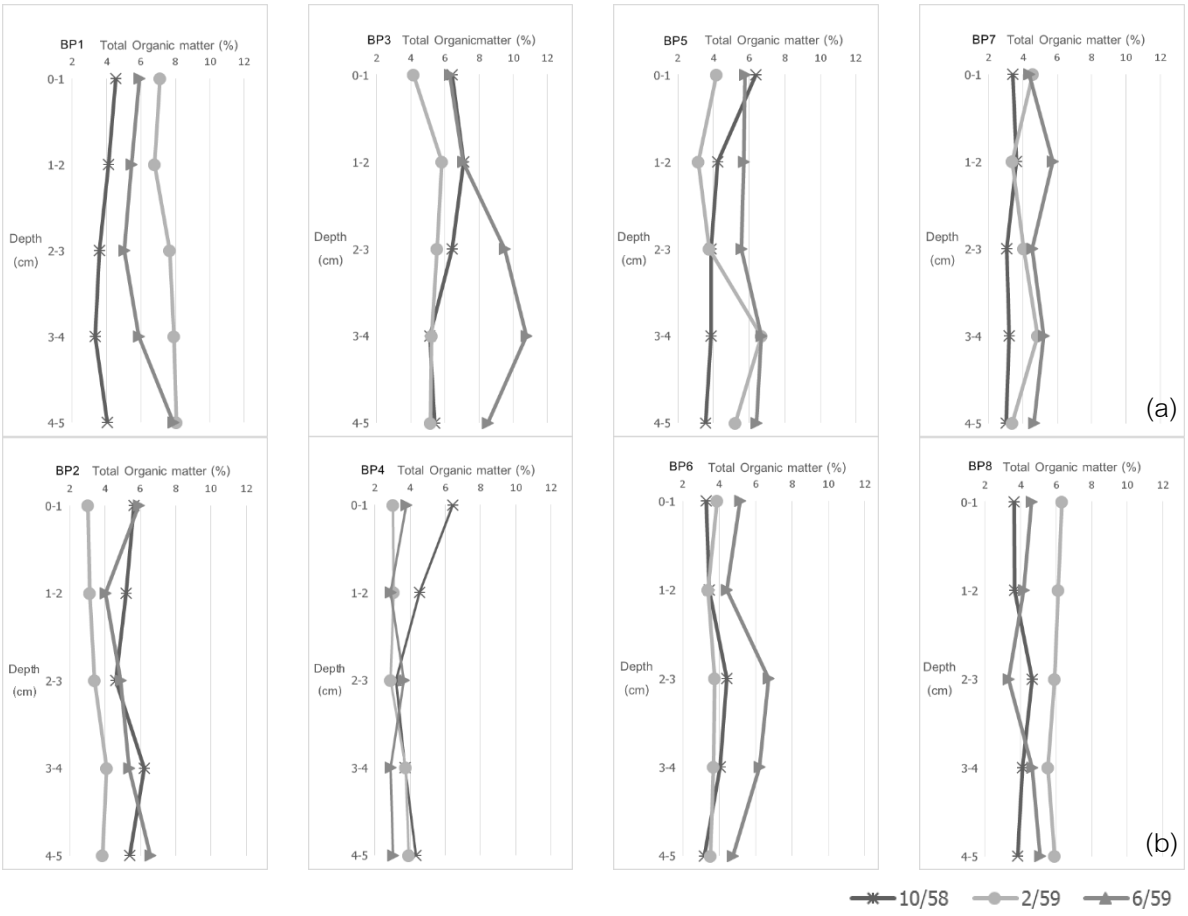


Figure 7 Changes in vertical profile of total organic matter in sediment during October 2015 and June 2016; (a) in front of the breakwater, (b) behind the breakwater.

สรุปผลและข้อเสนอแนะจากการศึกษา

ผลการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของการตกตะกอน ขนาดอนุภาคดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน พบว่าการตกตะกอนมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน หลังจากการการติดตั้งแนวชะลอคลื่นประมาณ 9 เดือน โดยเฉพาะสถานี BP2 และ สถานี BP4 แต่บริเวณที่มีการติดตั้งแนวชะลอคลื่นแบบไม้ไผ่ (สถานี BP 7) พบการตกตะกอนที่ค่อนข้างน้อย และช้ากว่า บ่งบอกถึงการมีประสิทธิภาพของแนวชะลอคลื่นแบบเลียนแบบธรรมชาติในการดักตะกอนให้ลงมาตกในบริเวณแนวด้านหลังการติดตั้งแนวชะลอคลื่น

ทั้งนี้ ขนาดอนุภาคของดินตะกอน ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก น้อยกว่า 63 ไมโครเมตร มีลักษณะเป็นโคลนปนทราย ในบางพื้นที่อาจพบอนุภาคดินตะกอนที่มีขนาด มากกว่า 63 ไมโครเมตรได้

ในด้านปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน บริเวณผิวหน้า พบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ บริเวณหลังแนวชะลอคลื่นจะพบปริมาณสารอินทรีย์ที่มีการสะสมสูงกว่าบริเวณหน้าแนวชะลอคลื่น ส่วนการติดตามการเปลี่ยนแปลงตามความลึกของดิน พบว่า มีความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์น้อยมากยกเว้นบางสถานี เช่น สถานี BP 2 พบลักษณะของการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่ค่อนข้างชัด

ผลการศึกษาในภาพรวมพบว่าแนวชะลอคลื่นแบบเลียนแบบธรรมชาติ มีประสิทธิภาพดีกว่าแนวชะลอคลื่นที่เป็นไม้ไผ่ การศึกษานี้สามารถให้ข้อมูลเบื้องต้น ในการตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบแนวชะลอคลื่นแบบเลียนแบบธรรมชาติซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพมากกว่าและเหมาะสมในการพัฒนาใช้บรรเทาปัญหาการกัดเซาะในบริเวณแนวชายฝั่งของประเทศไทยได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนด้านการวิจัยจากศูนย์วิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่ง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และงบประมาณส่วนหนึ่งจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทีมนิสิตจากห้องปฏิบัติการวิจัยดินตะกอนและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ภาควิชาชีววิทยาประมง และห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งแวดล้อมทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการร่วมออกสำรวจภาคสนามและให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา เม่งช่วย. 2558. **บทบาทของปัจจัยแวดล้อมต่อความอุดมสมบูรณ์ของประชากรหอยพิม กรณีศึกษาพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2548. **ดินตะกอน (Sediment)**. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทมหานคร.

บุณฑริกา ทองดอนพุ่ม. 2554. **การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษ ของระบบนิเวศปากแม่น้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิชาศิษฐ์ แสงเมฆ. 2557. **การบูรณาการองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยา อุทกวิทยา และสัณฐานวิทยาเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางนิเวศอุทกวิทยา: กรณีศึกษาแม่น้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุจิตตา จำปา. 2552. **การศึกษาคุณลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพของสัตว์พื้นท้องน้ำเพื่อพัฒนาดัชนีชีวภาพ สำหรับประเมินสภาวะมลพิษทางน้ำของแม่น้ำท่าจีน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Mclusky, D.S. 1981. **The Estuarine Ecosystem**. Chapman and Hall, New York.

Verardo, D., P.N. Froelich and A. McIntyre. 1990. Determination of organic carbon and nitrogen in marine sediments using the Carlo Erba NA–1500 Analyzer. **Deep-Sea Research**. 37: 157-165.

ความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการัง กับสถานภาพของแนวปะการัง บริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

The relationships between coral reef fish and the status of coral reefs at Samaesarn Islands, Chon Buri Province.

อศลย์ มีนาภา[1*] นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร[1] ธิดารัตน์ น้อยรักษา[2] และ วิภูษิต มัณฑะจิตร[1]

Ason Meenapha[1*], Nongnud Tangkrock-olan[1], Thidarat Noiraksar[2] and Vipoosit Manthachitra[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการัง กับสถานภาพของแนวปะการัง บริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 พบว่าสถานภาพของแนวปะการังไม่มีความสัมพันธ์กับความชุกชุม และความหลากชนิดของปลาแนวปะการัง อย่างไรตามก็ถึงแม้ว่าสถานภาพของแนวปะการังจะไม่มีความสัมพันธ์กับความชุกชุม และความหลากชนิดของปลาแนวปะการัง แต่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความชุกชุม และความหลากชนิดของปลาแนวปะการัง ขึ้นอยู่กับสถานภาพของแนวปะการัง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของร้อยละการครอบคลุมพื้นที่ของปะการัง ส่งผลให้ความชุกชุม และความหลากชนิดของปลาเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน อีกทั้งพบว่าปลาผีเสื้อลายแปดเส้น (*Chaetodon octofasciatus*) สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการังได้ เนื่องจากความชุกชุมของปะการังมีชีวิตที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้พบปลาผีเสื้อลายแปดเส้นเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปะการังมีชีวิตต่อประชาคมปลาแนวปะการังที่อาศัยอยู่อาศัยบนแนวปะการัง

ABSTRACT

The relationship between coral reef fishes and the status of coral reefs at Samaesarn Islands, Sattahip, Chon Buri Province, was investigated during May 2015 to April 2016. Were found no significant relationship between status of coral reefs and coral reef fishes. However, relationship between status of coral reef and coral reef fishes, there was a trend as positive correlation between living corals and species richness and diversity of coral reef fishes. As well as, *Chaetodon octofasciatus* could be used as indicator species because abundance of the fish had a significant positive relationship with living coral cover. As increasing in percentage cover of living coral lead to could be found high abundance of *C. octofasciatus.* This study illustrated the significant of living corals on the inhabitant coral reef fishes.

Key Words: relationship, coral reefs, coral reef fish, status of coral reefs

* Corresponding author; e-mail address: **ason2526@gmail.com**

[1]ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20130

[1] Aquatic science, Faculty of Science, Burapha University, 20130

[2] สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20130

[2] Institute of Marine Science, Burapha University, 20130

คำนำ

แนวปะการังเป็นระบบนิเวศชายฝั่งที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง ทั้งในแง่ของชนิดและปริมาณ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีโครงสร้างซับซ้อน รูปทรงของปะการังที่แตกต่างกัน ก่อให้เกิดช่องว่างที่เหมาะแก่การอยู่อาศัย ดังนั้นโครงสร้างที่สลับซับซ้อนของแนวปะการังจึงมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (Komyakova *et al.,* 2013) การศึกษาความหลากหลายปะการังในประเทศไทย พบว่าปะการัง *Porites lutea* เป็นปะการังชนิดเด่นที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในอ่าวไทยร่วมกับปะการังวงศ์ Acroporidae และปะการังวงศ์ Faviidae อีกทั้งเป็นปะการังที่มีการครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด (อัญชลี และวิภูษิต, 2549) ปลาแนวปะการังใช้แนวปะการังเป็นที่อยู่อาศัย ที่หลบภัย และแหล่งอาหาร แสดงให้เห็นถึงความใกล้ชิดกัน จึงมีการใช้ปลาแนวปะการังเป็นดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศแนวปะการัง จากการศึกษาความหลากหลายของประชากรปลาในแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสาร พบว่ากลุ่มปลาสลิดหินเทา *(Pomacentus cuneatus)* ปลาสลิดหินเบงกอล (*Abudefduf bengalensis*) ปลานกขุนทอง (*Halichoeres* spp.) และปลาสลิดหินเล็ก (*Neopomacentrus cyanomos*) เป็นปลาชนิดเด่นที่สามารถพบได้ทั่วไปในอ่าวไทย (เสธ์ และคณะ, 2548). ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของสภาพถิ่นที่อยู่อาศัย มีผลต่อการดำรงชีวิตของปลาแนวปะการัง ในด้านการใช้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และเป็นแหล่งอาหาร (Munday *et al*., 2008) โดย Wilson *et al.,* (2006) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศแนวปะการังที่ส่งผลต่อประชาคมปลา พบว่าปลาจะมีประชากรเฉลี่ยลงลง ร้อยละ 62 เมื่อปะการังมีชีวิตลดลง ร้อยละ 10 โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาที่กินปะการังเป็นอาหาร (Corallivores) จะมีจำนวนลดลงมากที่สุด และจากการศึกษาด้านความสัมพันธ์ของปลาแนวปะการังกับปลากะรังที่ผ่านมาพบว่าปลาแนวปะการังวัยอ่อน (Juvenile) จะอาศัยอยู่กับปะการังมีชีวิตในวงศ์ Acroporidae และวงศ์ Poritidae มากที่สุด (Coker *et al.,* 2014) จึงเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการัง และถิ่นที่อยู่อาศัยบนแนวปะการังมีความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนไม่สามารถระบุถึงความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจน (วิภูษิต, 2541)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปลาในแนวปะการัง กับสถานภาพของแนวปะการัง บริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปลาแนวปะการัง ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาเป็นแนวทางในการบริการจัดการการอนุรักษ์ และเป็นข้อมูลในการติดตามการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และประเมินผลในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ความหลากหลายทางชีวภาพปลาแนวปะการังและความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการัง

ทำการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพปลาแนวปะการัง และร้อยละการครอบคลุมพื้นที่ขององค์ประกอบหลักบนแนวปะการัง บริเวณหมู่เกาะแสมสาร ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 เก็บข้อมูลโดยวิธี Line Intercept transect โดยประยุกต์วิธีการของ English *et al.,* (1994) บันทึกภาพปลาด้วยกล้องวีดีโอความละเอียดสูง (ดัดแปลงจากวิธีการของ Hill and Wilkinson, 2004) บนแนวสำรวจเป็นระยะทาง 100 เมตร บริเวณ 4 สถานีศึกษาได้แก่ เกาะปลาหมึก (St-1) หาดเตย (St-2) เกาะจาน (St-3) และหาดเทียน (St-4) แบ่งเป็นการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพปลาแนวปะการัง และร้อยละการครอบคลุมพื้นที่ของแนวปะการังได้แก่ ปะการังมีชีวิต ปะการังตาย หิน และทรายจากนั้นจัดจำแนกชนิดและนับจำนวนตัวของปลาในห้องปฏิบัติการ การจัดจำแนกใช้การเปรียบเทียบรูปถ่ายกับเอกสารของ Randall *et al.,* (1990) Allen (1991) Kuiter (1992) รวมถึงการฐานข้อมูล Fishbase (Froses and Pauly, 2009)

ความชุกชุมของปลาแนวปะการังและการครอบคลุมองค์ประกอบของแนวปะการัง

นำข้อมูลชนิดของปลาแนวปะการัง และความชุกชุมที่พบ มาทำการวิเคราะห์ความชุกชุมของชนิด (species richness) ความหลากชนิด (species diversity)โดยใช้ วิธีของ Shannon-Wiener index (H') (Krebs, 2009) นำข้อมูลการครอบคลุมองค์ประกอบหลักบนแนวปะการังมาวิเคราะห์ สถานภาพของแนวปะการัง

ความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการังกับสถานภาพของแนวปะการัง

นำผลจากการวิเคราะห์ความหลากชนิด และสถานภาพของแนวปะการังมาวิเคราะห์หาความถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาปลาแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสารระหว่างเดือนพฤษภาคม 2558 – เดือนเมษายน 2559 จำนวน 4 สถานี พบปลารวม 63,443 ตัว จาก 101 ชนิด 34 วงศ์ โดยปลาวงศ์ที่พบมากที่สุด มี 2 วงศ์ คือ วงศ์ปลาสลิดหิน (Pomacentridae) พบ 24 ชนิด และวงศ์ปลานกขุนทอง (Labridae) พบ 11 ชนิด รองลงมาคือวงศ์ที่พบ 4-6 ชนิด ได้แก่ วงศ์ปลาอมไข่ (Apogonidae) พบ 6 ชนิด วงศ์ปลากะรัง (Serranidae) พบ 5 ชนิด วงศ์ปลาทรายขาว (Nemipteridae) พบ 5 ชนิด วงศ์ปลาบู่ (Gobiidae) พบ 5 ชนิด วงศ์ปลาสลิดทะเล (Siganidae) พบ 5 ชนิด และวงศ์ปลากล้วย (Caesionidae) พบ 4 ชนิด (Figure 1)

ความชุกชุมของชนิดปลาแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสาร

จากการศึกษาพบว่าปลาที่มีความชุกชุมรวมมากกว่า ร้อยละ 10 มีจำนวนทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ *Neopomacentrus filamentosus* และ *Parioglossus formosus* คิดเป็น ร้อยละ 38 และ ร้อยละ 21 ตามลำดับ ปลาที่มีความชุกชมรวมมากกว่า ร้อยละ 1 มีจำนวนทั้งหมด 12 ชนิดได้แก่ *Neopomacentrus cyanomos* (ร้อยละ 6.3) *Pomacentrus cuneatus* (ร้อยละ 4.7) *Stolephorus indicus* (ร้อยละ 4.6), *Abudefduf sexfasciatus* (ร้อยละ 3.2) *Chaetodon octofasciatus* (ร้อยละ 1.8) *Chromis atripectoralis* (ร้อยละ 1.8) *Halichoeres chloropterus* (ร้อยละ 1.7) *Dascyllus trimaculatus* (ร้อยละ 1.6) *Halichoeres nigrescens* (ร้อยละ1.6) *Cheilodipterus quinquelineatus* (ร้อยละ 1.3) *Stegastes obreptus* (ร้อยละ 1.1) และ *Siganus javus* (ร้อยละ 1) ที่เหลือจำนวน 87 ชนิด เป็นปลาที่พบความชุกชุมรวมน้อยกว่า ร้อยละ 1 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เสธ์ และคณะ, (2548) วิภูษิต, และคณะ, (2554) วิภูษิต, (2559) และอธิป และคณะ, (2559). ที่ทำการศึกษาปลาแนวปะการังบริเวณ หมู่เกาะแสมสาร พบว่าปลา *N. filamentosus* *N.cyanomos* และ *P. cuneatus* เป็นปลาที่มีความชุกชุมมากที่สุดของหมู่เกาะแสมสารและพื้นที่ใกล้เคียง อีกทั้งเป็นปลาชนิดเด่นที่สามารถพบได้ในอ่าวไทย (เสธ์ และคณะ, 2548)

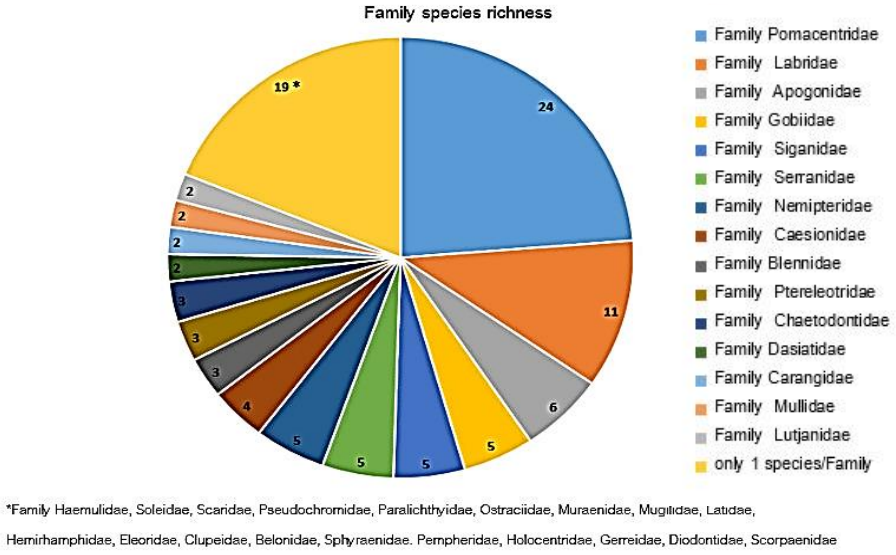


Figure 1 Species richness of coral reef fishes at Samaesarn Islands, during May 2015 to April 2016.

ความหลากชนิดของปลาแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสาร

จากการศึกษาความหลากชนิดในแต่ละสถานีศึกษาพบว่า (St-1) เกาะปลาหมึก และ (St-2) หาดเตย มีความหลากหลายของปลามากที่สุดในการเก็บข้อมูลแต่ละเดือน เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จะพบว่าการเปลี่ยนแปลงของปลาในแต่ละเดือนมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันขึ้นกับเวลาของแต่ละสถานี โดย (St-1) เกาะปลาหมึก และ (St-2) หาดเตย พบความหลากหลายสูงสุดเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 ต่ำสุดเดือน เมษายน พ.ศ. 2559 (St-3) เกาะจาน พบความหลากหลายสูงสุดเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ต่ำสุดเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 (St-4) หาดเทียน พบความหลากหลายสูงสุดเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 ต่ำสุดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (Figure 2) จากผลการศึกษาพบว่าในระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 เป็นช่วงเดือนที่พบความหลากหลายของปลามากที่สุดทั้ง 4 สถานี และในเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม พ.ศ. 2558 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 พบความหลากหลายของปลาน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Yves *et al.*, (2008) และ วิภูษิต (2559) พบว่า เดือนพฤษภาคม - ตุลาคม (ฤดูฝน) จะมีรูปแบบการกระจายตัวของประชาคมปลามากกว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน - เมษายน (ฤดูแล้ง) เนื่องจากผลการศึกษาปลาแนวปะการังในประเทศไทยที่ผ่านมาพบแนวโน้มในช่วงฤดูฝนจะเป็นฤดูผสมพันธุ์ และเกิดการทดแทนประชากรของปลาแนวปะการังขึ้นในช่วงนี้ ทั้งนี้การศึกษาปลาแนวปะการังในระยะยาว สามารถบอกถึงช่วงเวลาของการผสมพันธุ์ และการทดแทนประชากรปลาของแนวปะการังได้อย่างชัดเจนมากขึ้น เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดสรรการใช้ทรัพยากร และการบริหารจัดการ การใช้พื้นที่บริเวณหมู่เกาะแสมสารต่อไป

ความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการัง กับสถานภาพของแนวปะการัง

ความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการัง กับสถานภาพของแนวปะการัง บริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุม และความหลากชนิด ของปลาแนวปะการัง กับสถานภาพของแนวปะการัง ได้แก่ ปะการังมีชีวิต (LC) ปะการังตาย (DC) หิน (R) และทราย (S) พบว่า ปะการังมีชีวิต ปะการังตาย หิน และทรายไม่มีความสัมพันธ์กับความชุกชุม และความหลากหลาย ของปลาแนวปะการัง แต่เมื่อพิจารณา Figure 3

พบว่า ปะการังมีชีวิตมีแนวโน้มความสัมพันธ์ต่อความชุกชุม และความหลากชนิดของปลาแนวปะการัง เมื่อปะการังมีชีวิตมีร้อยละการครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น ความหลากชนิดของปลาแนวปะการังจะสูงขึ้น เป็นความสัมพันธ์แบบตามกัน (Figure 3a) ในขณะที่ความชุกชุมของปลาแนวปะการังมีแนวโน้มความสัมพันธ์แบบผกผันกับปะการังมีชีวิต (Figure 3b) ซึ่งโดยปกติแล้วการเพิ่มขึ้นของปะการังมีชีวิตน่าจะส่งผลให้ความหลากชนิดของปลาเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้อาจเป็นผลจากโครงสร้างถิ่นที่อยู่อาศัยที่ไม่มีความหลากหลาย ดังที่ Komyakova *et al.,* (2013) พบว่าความหลากหลายของถิ่นที่อยู่อาศัยส่งผลต่อความหลากหลายของประชาคมปลาแนวปะการัง ในขณะที่ผลการศึกษาของ วิภูษิต (2541) พบว่าเมื่อปะการังตายมีร้อยละการครอบคลุมพื้นที่มากขึ้นในระยะแรก จะส่งผลให้ความหลากชนิดของปลาแนวปะการังลดลง แต่เมื่อปะการังตายมีร้อยลาปกคลุมพื้นที่เพิ่มมากขึ้น พบว่าความหลากชนิดของปลาแนวปะการังเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงประชากรของปลาตามลักษณะการกินอาหาร (Pratchett *et al.,* 2011) ที่เข้ามาแทนที่ทำให้อัตราส่วนของปลาหลายชนิดหายไป (วิภูษิต, 2544) ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการังกับปะการังมีชีวิตควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อระบุความสำคัญของปะการังมีชีวิตต่อปลาแนวปะการังในภาพรวมได้ชัดเจนมากขึ้น อีกทั้ง Manthachitra (1992) ได้ให้ความเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปลาผีสื้อลายแปดเส้น (*C. octofasciatus*) กับสถานภาพของแนวปะการัง ว่าปลาผีเสื้อลายแปดเส้น (*C. octofasciatus*) เป็นปลาที่กินโพลิบปะการังเพียงอย่างเดียว จึงสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการังได้ นอกจากนี้ปลาผีเสื้อลายแปดเส้นเป็นปลาผีเสื้อที่มีความชุกชุมมากที่สุดในบริเวณอ่าวไทย (Manthachitra and Sudara, 2002) จากปลาผีเสื้อสามชนิดที่พบ จากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปลาผีเสื้อลายแปดเส้น กับสถานภาพของแนวปะการัง พบว่า ปลาผีเสื้อลายแปดเส้น (*C. octofasciatus*)

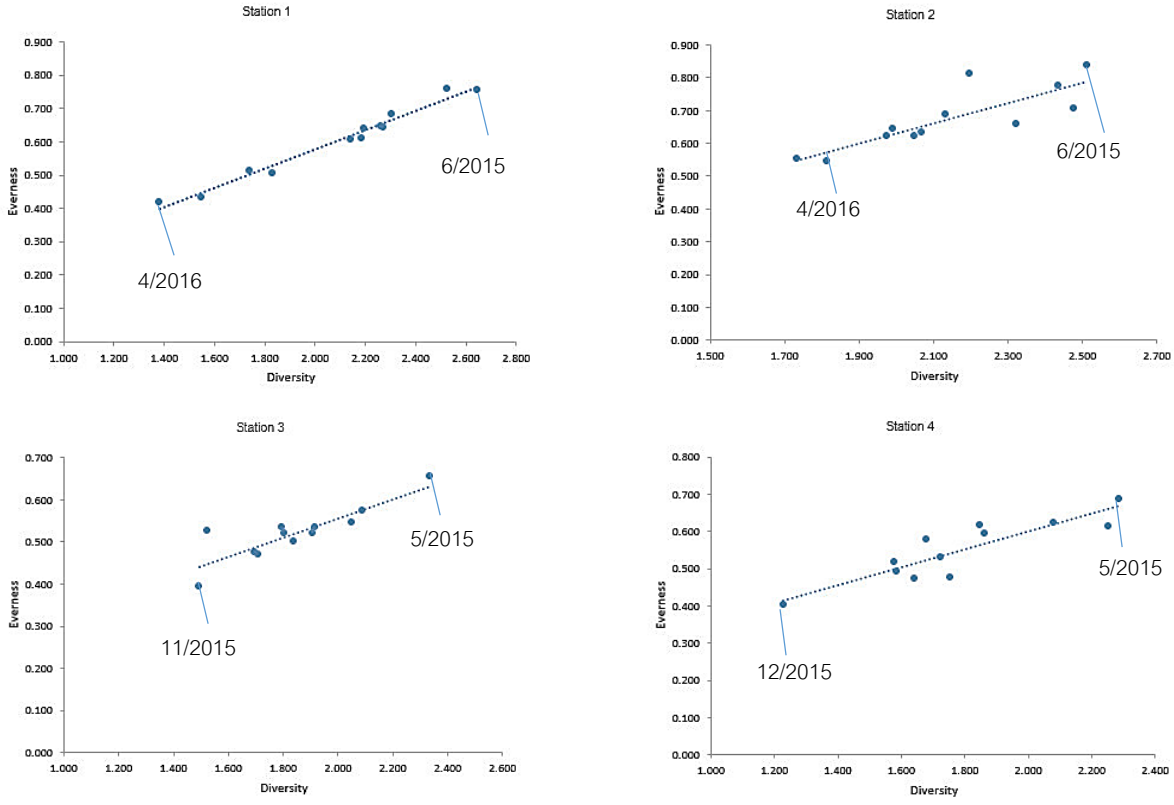


Figure 2 Species diversity and evenness of coral reef fishes at Samaesarn Islands, during May 2015 to April 2016.

กับปะการังมีชีวิตมีความสัมพันธ์แบบตามกัน คือบริเวณที่ร้อยละการครอบคลุมพื้นที่ของปะการังมีชีวิตมาก สามารถพบปลาผีเสื้อลายแปดเส้น (*C. octofasciatus*) มากด้วยเช่นเดียวกัน ($P<0.05$) (Figure 4) ซึ่งผลการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างปลาแนวปะการังกับโครงสร้างของแหล่งที่อยู่อาศัยบนแนวปะการังในครั้งนี้ เป็นไปในทางเดียวกับ Pratchett *et al.*, (2011) Komyakova *et al.*, (2013) และวิภูษิต (2541) ที่ว่าโครงสร้างของแหล่งที่อยู่อาศัยบนแนวปะการัง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความชุกชุม และความหลากหลายของปลาแนวปะการัง แต่ยังเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่ชัดเจน ควรศึกษาองค์ประกอบอื่นๆ ร่วมด้วยเช่นความหลากหลายของโครงสร้างถิ่นที่อยู่อาศัย ชนิดของปะการัง รูปทรงปะการัง เป็นต้น

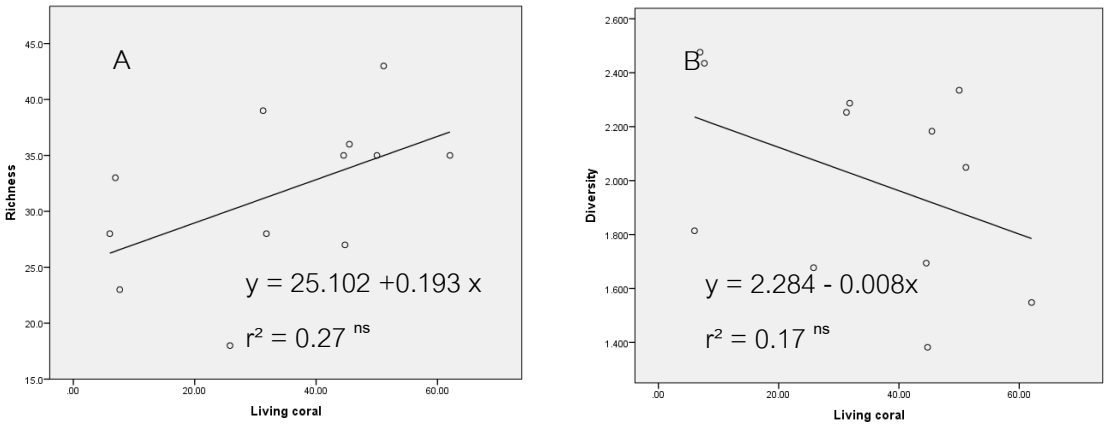


Figure 3 Relationship between species richness of coral reef fishes with living coral (**A**) and Diversity of coral reef fishes with living coral (**B**)

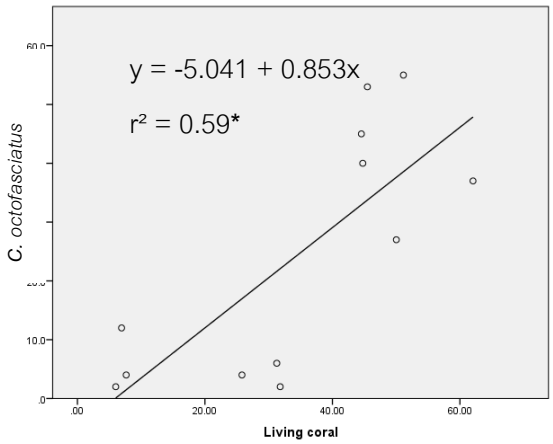


Figure 4 Relationship between *C. octofasciatus* with living coral.

สรุป

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการังพบว่าสถานภาพของแนวปะการังไม่มีความสัมพันธ์กับความชุกชุม และความหลากหลายของปลาแนวปะการัง อย่างไรก็ตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความชุกชุมและความหลากหลายของปลาแนวปะการังขึ้นอยู่กับสถานภาพของแนวปะการัง อีกทั้งพบว่าปลาผีเสื้อลายแปดเส้น (*C. octofasciatus*) สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการังได้ เนื่องจากความชุกชุมของปะการังมีชีวิตที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้พบปลาผีเสื้อลายแปดเส้นเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงให้เห็น

ถึงความจำเป็นในการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างชัดเจนของต่อประชาคมปลาแนวปะการังที่อาศัยอยู่ ทั้งนี้ความสัมพันธ์ด้านต่าง ๆ เช่น ชนิดของปะการัง รูปทรงปะการัง ยังคงเป็นปัจจัยที่ต้องศึกษาว่าส่งผลกระทบต่อประชากรของปลาแนวปะการังอย่างไรบ้าง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรแนวปะการังในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจาพระราชดำริในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี หน่วยสงครามพิเศษทางเรือและเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยเหลืองานในภาคสนาม และขอขอบคุณคณะอาจารย์ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เอกสารอ้างอิง

วิภูษิต มัณฑะจิตร. 2541. **ความสัมพันธ์ระหว่างประชาคมปลากับโครงสร้างถิ่นที่อยู่อาศัยในแนวปะการังภาคตะวันออก : อิทธิพลจากถิ่นที่อยู่ถูกทำลาย.** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ชลบุรี: ภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

_____. 2544. **โครงการ: การผันแปรตามเวลา และการทดแทนประชากรของปลาแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะสีชัง (ส่วนในสุดของอ่าวไทย).** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย.

_____, สุชา มั่นคงสมบูรณ์ และ สืบสิน สนธิรัตน. 2554. **ปลาในแนวปะการังในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชทางทะเล หมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ชลบุรี: ภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

_____. 2559. **โครงการประชาคมปลาในแนวปะการังกับความแปรผันของสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชทางทะเล หมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ชลบุรี: ภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เสธ์ ทรงพลอย, สุชนา ชวนิชย์, วรณพ วิยกาญจน์ และวิมล เหมะจันทร. 2548 .**สิ่งมีชีวิตในแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี :ความหลากหลายของประชากรปลาในแนวปะการัง**. ในการประชุมวิชาการทรัพยากรไทย : สรรพสิ่งล้วนพันเกี่ยว (หน้า 111-116). กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อธิป พึ่งสมบุญ, วิภูษิต มัณฑะจิตร และธิดารัตน์ น้อยรักษา. 2559. **ความหลากหลายในรอบปีของชนิดปลาบนแนวปะการังบริเวณเกาะแรด หมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี**. การประชุมวิชาการ “ทรัพยากรไทย : หวนดูทรัพย์สิ่งสินตน” ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อัญชลี จันทร์คง และวิภูษิต มัณฑะจิตร. 2549 .**ชนิด การกระจายพันธุ์ และโครงสร้างประชาคมของปะการังแข็งสกุล Acropora ในอ่าวไทย**. รายงานการวิจัยโครงการ BRT. (หน้า 203-104). กรุงเทพฯ : โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT).

Allen G.R. 1991. **Damsel fishes of the World. Aquarium Systems**, Publisher of Natural History and Pet Books, Germany.

Coker D. J., Wilson S. K., and Pratchett M. S. 2014. Importance of live coral habitat for reef fishes. **Rev Fish Biol Fisheries**. 24: 89 –126.

English, S., Wilkinson C. and Baker V. 1994 .**Survey Manual for Tropical Marine Resources.** Australian Institute of Marine Science.

Froese, R. and Pauly, D. Eds., 2009. FishBase. **World Wide Web electronic publication**. www.fishbase.org, version (08/2009)

Hill J. and Wilkinson C. 2004. Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs. V1. **Australian Institute of Marine Science**.

Komyakova V., Munday P.L., and Jones G.P. 2013. Relative Importance of Coral Cover, Habitat Complexity and Diversity in Determining the Structure of Reef Fish Communities. **PLoS ONE.** 8:12

Kuiter, R.H. 1992. **Tropical Reef-Fishes of the Western Pacific Indonesia and adjacent waters**. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakata, Indonisia.

Krebs, C.J. 2009. **Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. (6th ed.).** San Francisco: Benjamin Cummings.

Manthachitra V. 1992. Coral reef fish and their relationship with condition of coral community in Chonburi Province. **In Proceeding of the 3th Technical Conference on Loving Aquatic Resource** 46 - 53.

_____. and Sudara S. 2002 .Community Structure of Coral Reef Fishes at a Sink Reef in the Inner Gulf of Thailand .**ScienceAsia** 28: 327-337.

Munday P.L., Jones G.P., Pratchett M.S., and Williams A.J. 2008. Climate change and the future for coral reef fishes. **Fish and Fisheries** 9: 261–285

Pratchett, M.S., Hoey, A.H., & Wilson, S.K., Messmer V., & Graham N.A.J. (2011). Changes in Biodiversity and Functioning of Reef Fish Assemblages following Coral Bleaching and Coral Loss. **Diversity** 3: 424-452

Randall, J.E., Allen, G.R. and Steene, R.C. (1990). **Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea.** Crewford House Press. Bathurst. NSW, Australia.

Wilson, S.K., Graham N.A.J., Pratchett, M.S., Jones G.P., and Polunin, N.V.C. 2006. Multiple Disturbances and the global degradation of coral reefs: are reef fishes at risk or resilient?. **Global Change Biology** 12: 2220 – 2234.

Yves Letourneur, Jean-Claude Gaertner, Jean-Pierre Durbec, Marie E. Jessu. 2008. Effects of geomorphological zones, reefs and seasons on coral reef fish communities of Re´union Island, Mascarene Archipelago, SW Indian Ocean. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 77: 697-709

การให้อากาศและโมลาสเพื่อควบคุมปริมาณแอมโมเนียสำหรับการเลี้ยงปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus* X *Clarias gariepinus*) ในระบบปิด

Using of Aeration and Molasses Supplement in order to Control level of Ammonia in the Closed Culture System of Hybrid Catfish (*Clarias macrocephalus* X *Clarias gariepinus*)

อรรณพ ขุนทองน้อย[1*] พงศ์เชฎฐ์ พิชิตกุล[1] ยนต์ มุสิก[1] และเรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์[1]

Annop Khunthongnoi[1*] Phongchate Pichitkul[1] Yont Musig[1] and Ruangvit Yoonpundh[1]

บทคัดย่อ

การเลี้ยงปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus* X *Clarias gariepinus*) ในระบบปิด มักมีปัญหาเรื่องผลผลิตต่ำ ซึ่งเกิดจากการมีระดับของแอมโมเนียสะสมสูงมาก ดังนั้นหากการพัฒนาการเลี้ยงโดยด้วยเทคนิคการย่อยสลายแอมโมเนียโดยการเติมอากาศและการใส่โมลาสจะสามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้ และจะทำให้ผลผลิตของระบบการเลี้ยงปลาดุกในระบบปิดเพิ่มขึ้นได้ ได้ทำการทดลองโดยการแบ่งปลาดุกลูกผสมออกเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มที่เลี้ยงโดยไม่ให้อากาศ กลุ่มไม่ให้อากาศและเติมโมลาส กลุ่มให้อากาศ และกลุ่มให้อากาศและเติมโมลาส กลุ่มละ 3 ซ้ำ เลี้ยงปลาดุกเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์โดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ บันทึกจำนวนปลาตายเพื่อคำนวณอัตรารอด น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และอัตราการแลกเนื้อ พร้อมกับการวัดปริมาณแอมโมเนียรวม ผลการทดลองพบว่าปลาดุกที่เลี้ยงโดยการเติมอากาศและเลี้ยงแบบเติมอากาศร่วมกับโมลาส มีอัตราแลกเนื้อ การเจริญเติบโต และผลผลิตที่สูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงโดยไม่ให้อากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มไม่ให้อากาศและเติมโมลาส ดังนั้นการเลี้ยงปลาดุกแบบให้อากาศและแบบให้อากาศร่วมกับโมลาสจึง สามารถช่วยลดต้นทุนอาหารในการเลี้ยง รวมถึงช่วยเพิ่มผลผลิต และยังสามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อการพัฒนาระบบการเลี้ยงปลาดุกให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ABSTRACT

Problem that usually occurred in close culturing system of hybrid catfish (Clarias macrocephalus X Clarias gariepinus) was low production due to high accumulation of ammonia level. Hence, new technique of culture by applying of aeration and adding of molasses would probably solving this problem and might increasing of hybrid catfish production. Experiment was set by dividing juvenile catfish into 4 groups which were cultured without aeration, cultured with aeration, without aeration and adding molasses, with aeration and adding of molasses. Each treatment had 3 replications and experiments last for 12 weeks without water exchange. Number of dead fish was recorded for survival rate calculation.Moreover, average weight when experiment termination, feed conversion ratio and total ammonia along with total ammonia were also recorded . Results reveal that the FCR, growth rate, and final yield in aeration treatment and aeration with molasses treatment was significantly higher than other treatments ($p<0.05$). From our experiment, in order to reduce cost and increasing of final yield in hybrid catfish culture, it is recommended to adding of aeration and also molasses into culturing pond. This technique was also promoting the sustainable and also environmental friendly aquaculture.

Key Word: hybrid catfish, closed culture system, aeration, molasses, ammonia

*Corresponding author; e-mail address: annoptoey1988@gmail.com

[1] ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ. งามวงศ์วาน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, 50 Ngamwongwan Road, Chatuchak, Bangkok 10900

คำนำ

ปลาดุกเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจที่มีผลผลิตเป็นอันดับที่สองของประเทศไทย และเป็นแหล่งโปรตีนราคาถูกสำหรับคนไทย โดยในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณผลผลิตมากกว่า 140,000 ตันต่อปี (สถิติกรมประมง, 2555) เนื่องจากการเลี้ยงปลาดุกเป็นการเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูงจึงต้องให้อาหารในปริมาณมาก และส่วนใหญ่ใช้อาหารสดจึงทำให้มีการสะสมแอมโมเนียค่อนข้างสูง ดุสิต (2548) รายงานว่ามีการสะสมของแอมโมเนียในน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาดุกเฉลี่ย 34.01 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร รายงานของกรมควบคุมมลพิษ (2557) ระบุว่าปริมาณน้ำทิ้งทั้งหมดในการเลี้ยงปลาดุกมีปริมาณ 384.1 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ซึ่งถ้าคิดเป็นปริมาณของแอมโมเนียจะเท่ากับ 2,122 ตันไนโตรเจนต่อปี แอมโมเนียนอกจากจะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำแล้วยังอาจทำให้เกิด eutrophication ในแหล่งน้ำเนื่องจากไปกระตุ้นการแพร่พันธุ์ของแพลงก์ตอนพืช การเลี้ยงปลาดุกในปัจจุบันเป็นการเลี้ยงในระบบปิดที่ปล่อยปลาในความหนาแน่นสูง ไม่มีการให้อากาศ และส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทำให้คุณภาพน้ำไม่ดี ซึ่งมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุก

ในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้มีการพัฒนาใช้เทคโนโลยีหลายประการในการลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำและน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น การใช้ biofilter การใช้ microalgae พรรณไม้น้ำ และสาหร่าย เป็นต้น การใช้อินทรีย์คาร์บอนในการควบคุม C/N ratio เพื่อกระตุ้นให้เกิดการนำแอมโมเนียไนโตรเจนไปใช้ในเจริญเติบโตของ heterotrophic bacteria เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมแอมโมเนียและสร้างอาหารเสริมในรูปมวลของแบคทีเรียในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบ biofloc (Boyd, 1998; Avnimelech, 1999; Avnimelech, 2007) และมีผลการศึกษาที่ยืนยันว่าการตรึงสารอนินทรีย์ไนโตรเจนจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อค่า C/N ratio มากกว่า 10 (Avnimelech, 1999)

กากน้ำตาลเป็นของเหลวลักษณะเหนียวข้นสีน้ำตาลดำ ที่เป็นผลพลอยจากการผลิตน้ำตาลทราย ซึ่งไม่สามารถจะตกผลึกน้ำตาลได้อีก เป็นเนื้อของสิ่งที่ไม่ใช่น้ำตาลที่ละลายปนอยู่ในน้ำอ้อย ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส น้ำตาลอินเวอร์ท (invert sugar) กากน้ำตาลมีระดับพลังงานระดับต่ำถึงปานกลางขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในกากน้ำตาล มีคาร์บอน โพแทสเซียม และมีปริมาณน้ำในระดับสูง

การคงปริมาณออกซิเจนในระบบการเลี้ยงให้อยู่ในระดับสูง และการควบคุมปริมาณแอมโมเนียในน้ำมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ส่งผลต่อผลผลิตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของสัตว์น้ำในภาพรวม ซึ่งจะมีผลในแง่การเพิ่มผลผลิตและลดค่าใช้จ่ายในด้านอาหารสัตว์น้ำ ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาถึงการให้อากาศเพื่อคงปริมาณออกซิเจนให้อยู่ในระดับสูงและการใช้โมลาสเพื่อเป็นแหล่งอินทรีย์คาร์บอนเพื่อควบคุมแอมโมเนียในน้ำในระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมแบบปิด ซึ่งส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในระบบปิด

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองจะดำเนินการในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 600 ลิตร ใส่น้ำ 500 ลิตร ปล่อยปลาดุกลูกผสมขนาด 50 กรัมขึ้นไปในความหนาแน่น 30 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ให้อาหารปลาดุกเบอร์ 1 ของบริษัท ไทยลักซ์ จำกัด โปรตีน 32 เปอร์เซนต์ โดยให้จนอิ่มวันละ 1 มื้อ ในส่วนของชุดการทดลองที่มีการเติมโมลาส ควบคุม C/N ratio ให้เท่ากับ 10 ด้วยการเติมโมลาส เลี้ยงในระบบปิดที่ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ มีการเติมน้ำเพื่อชดเชยการระเหย ในส่วนของชุดการทดลองที่มีการให้อากาศนั้นจะให้อากาศตลอด 24 ชั่วโมง และคงปริมาณออกซิเจนละลายให้มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตรตลอดการเลี้ยง การทดลองประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง การทดลองละ 3 ซ้ำ โดยประกอบด้วย

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ให้อากาศ (T1)

ชุดการทดลองที่ 2 ไม่ให้อากาศ เติมโมลาส (T2)

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อากาศ (T3)

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อากาศ เติมโมลาส (T4)

ปริมาณออกซิเจนทำการตรวจวัดโดยเครื่อง Oxygen meter YSI model 85 ปริมาณแอมโมเนียในน้ำวิเคราะห์โดย Phenate Method (APHA et al., 2012) วิเคราะห์คาร์บอนโดย วิธีการ Manual on Organic Fertilizer Analysis APSRDO, DOA:4/2551 และไนโตรเจนด้วยวิธี In-house method TE-CH-211 base on AOAC (2012) 993.13 การควบคุม c/n ratio ควบคุมโดยคิดเปรียบเทียบจากความสามารถในการนำธาตุไนโตรเจนในอาหารไปใช้ของสัตว์น้ำประมาณ 40% จึงทำให้ในน้ำมีไนโตรเจนเหลือถึง 60% ในการทดลองนี้ต้องการควบคุม C/N ratio ให้อยู่ในระดับ 10 ตลอดเวลากล่าวคือต้องการให้ปริมาณของคาร์บอนมากกว่าไนโตรเจนในระบบการเลี้ยง 10:1คือ คาร์บอน 10 เท่าต่อไนโตรเจน 1 เท่า 60x10=600 ในโมลาสที่ใช้ในการทดลองมีค่าคาร์บอนอยู่ 30% เท่ากับ 600/30 = 20 ในอาหาร 100 กรัม ต้องการใส่โมลาส 20 กรัม จะได้ C/N ratio 10:1 ในงานทดลองผู้ทดลองจึงใช้อัตราส่วนนี้ในการคำนวนโมลาสเข้าสู่ระบบเลี้ยงโดยเติมโมลาสเข้าสู่ระบบทุกวัน วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยสถิติแบบ Factorial 2x2 in CRD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95

ผลและวิจารณ์

การให้อากาศเพื่อคงปริมาณออกซิเจนให้อยู่ในระดับสูงและการใช้โมลาสเพื่อเป็นแหล่งอินทรีย์คาร์บอนเพื่อควบคุมแอมโมเนียในน้ำในระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมแบบปิด ซึ่งส่งผลต่ออัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในระบบปิดนั้น ในด้านการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในระบบการเลี้ยง แสดงให้เห็นว่าการให้อากาศเพียงอย่างเดียวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียในระบบการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.002$) (ภาพที่ 1) โดยแอมโมเนียในระบบการเลี้ยงแบบให้อากาศมีค่าต่ำกว่าในระบบการเลี้ยงแบบแบบไม่ให้อากาศ เนื่องจากแอมโมเนียในระบบการเลี้ยงมาจากสารอินทรีย์คือเศษอาหารและสิ่งขับถ่ายของปลาดุกลูกผสม ซึ่งมีจำนวนไม่สูง เมื่อแอมโมเนียจำนวนนั้นทำปฏิกิริยากับออกซิเจนแล้วจะเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ออกมาดังสมการ $NH_4^+ + 1.5O_2 \longrightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O$ (ยนต์

, 2539) เป็นผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียในระบบมีปริมาณลดลง ส่วนการเพิ่มโมลาสเข้าไปในระบบแต่ไม่มีการให้อากาศ โมลาสจะทำปฏิกิริยาการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในระบบ ซึ่งจะใช้โมลาสเป็นแหล่งคาร์บอนและเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการดำรงชีวิต ในขบวนการย่อยสลาย จึงมีคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนียออกมาเป็นจำนวนมาก ดังสมการ สารอินทรีย์+$nO_2 \longrightarrow nCO_2+nH_2O+nNH_3$ แต่เนื่องจากปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มีอยู่น้อย ทำให้แอมโมเนียเปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์ได้น้อย ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียในระบบยังคงมีปริมาณสูงและมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (p=0.873) (ภาพที่ 1) ส่วนการเติมโมลาสร่วมกับการให้อากาศนั้นไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างผลของโมลาสและอากาศ เนื่องจากมีการเติมโมลาสเข้าสู่ระบบเป็นประจำทุกวัน ปริมาณสารอินทรีย์ในระบบจึงมีค่าสูง ทำให้มีแอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากการย่อยสลายโมลาสเพิ่มขึ้นมากในระบบ ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียในระบบยังคงมีปริมาณสูง และมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (p=0.836) (ภาพที่ 1) ดังนั้นการเลี้ยงในระบบนี้เพื่อควบคุมแอมโมเนียจึงควรเลี้ยงแบบให้อากาศเพียงอย่างเดียว

ในด้านอัตราการรอดตายนั้นแสดงให้ให้เห็นว่าการให้อากาศมีผลต่ออัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสม เพราะการให้อากาศเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในระบบ ดังนั้นระบบที่มีการเพิ่มและไม่มีการเพิ่มออกซิเจนจึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ส่งผลให้อัตราการรอดตายมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.014) (ภาพที่ 2) โดยอัตราการรอดตายของปลาดุกในระบบการเลี้ยงแบบให้อากาศมีค่าสูงกว่าในระบบการเลี้ยงแบบไม่ให้อากาศ เพราะออกซิเจนจะมีผลต่อสุขภาพของปลาดุกลูกผสม (Mallya J Y, 2007) ปลาดุกลูกผสมในระบบการเลี้ยงที่มีการเพิ่มออกซิเจนจึงมีอัตราการรอดตายดีกว่าระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมที่ไม่มีออกซิเจน แต่ในระบบทั้งที่มีโมลาสและที่ไม่มีโมลาสจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านอัตราการรอดตาย (p=0.071) (ภาพที่ 2) เพราะในระบบทั้งที่มีโมลาสและที่ไม่มีโมลาสจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านปริมาณแอมโมเนีย ดังนั้นจึงไม่มีผลต่ออัตราการรอดตาย ส่วนในระบบที่มีการเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.005) (ภาพที่ 2) แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างผลของโมลาสและอากาศ โดยอัตราการรอดตายของปลาดุกในระบบการเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศ มีค่าสูงกว่าในระบบการเลี้ยงแบบอื่น ซึ่งมีผลต่อการรอดตาย เพราะระบบที่มีการเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศนั้น การย่อยสลายโมลาสจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีอยู่น้อยลงไปจากเดิม ส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ส่งผลให้อัตราการรอดตายมีค่าแตกต่างกัน ดังนั้นการเลี้ยงในระบบนี้เพื่ออัตราการรอดตายที่ดีจึงควรเลี้ยงแบบให้อากาศเพียงอย่างเดียว หรือการเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศ

ในด้านการเจริญเติบโตนั้นแสดงให้เห็นว่าการให้อากาศมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสม เพราะการให้อากาศเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในระบบ ดังนั้นระบบที่มีการเพิ่มและไม่มีการเพิ่มออกซิเจนจึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ส่งผลให้น้ำหนักเฉลี่ยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.000)

(ภาพที่ 3) โดยค่าเฉลี่ยของน้ำหนักปลาดุกในระบบการเลี้ยงแบบให้อากาศมีค่าสูงกว่าในระบบการเลี้ยงแบบไม่ให้อากาศ เพราะออกซิเจนจะมีผลต่อความสามารถของการย่อยอาหารของปลาดุกลูกผสม ปลาดุกลูกผสมในระบบการเลี้ยงที่มีการเพิ่มออกซิเจนจึงมี อัตราการเจริญเติบโตดีกว่าระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมที่ไม่มีออกซิเจน (Boyd, 1982) ในระบบที่ไม่มีโมลาสจะมีความแตกต่างจากระบบที่มีโมลาสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.015$) (ภาพที่ 3) โดยค่าเฉลี่ยของน้ำหนักปลาดุกในระบบการเลี้ยงแบบให้โมลาสมีค่าสูงกว่าในระบบการเลี้ยงแบบไม่ให้โมลาส คือในระบบที่ไม่มีโมลาสนั้นจะมีปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่ในระบบมากกว่าเพราะไม่ต้องใช้ออกซิเจนไปในการย่อยสลายโมลาส ปลาดุกลูกผสมจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าระบบที่มีโมลาส ดังนั้นในระบบที่เติมโมลาส จึงมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่ำกว่าในระบบที่ไม่มีโมลาสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในระบบที่มีการเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.000$) (ภาพที่ 3) แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างผลของโมลาสและอากาศ โดยค่าเฉลี่ยของน้ำหนักปลาดุกในระบบการเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศมีค่าสูงกว่าในระบบการเลี้ยงแบบอื่น เพราะเมื่อนำอากาศและโมลาสมาใส่ในระบบเลี้ยงร่วมกันแล้วจะส่งผลทำให้จุลินทรีย์ในกลุ่ม Heterotrophic มีการเจริญเติบโต เพราะจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะใช้โมลาสเป็นแหล่งคาร์บอนในการสังเคราะห์เซลล์ใหม่ ส่งผลให้ในระบบเลี้ยงที่มีการให้อากาศร่วมกับโมลาสเกิด Floc ปลาดุกลูกผสมสามารถกิน Floc เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนเสริม เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต (Avnimelech., 1999) ส่งผลทำให้น้ำหนักเฉลี่ยของปลาดุกมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเลี้ยงในระบบนี้เพื่ออัตราการเจริญเติบโตจึงสามารถใช้ได้ทั้ง 3 แบบ

ในด้านอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อนั้นแสดงให้เห็นว่าการให้อากาศมีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสม เพราะการให้อากาศเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในระบบ ดังนั้นระบบที่มีการเพิ่มและไม่มีการเพิ่มออกซิเจนจึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) (4 ภาพที่ 4) โดยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกในระบบการเลี้ยงแบบให้อากาศมีค่าต่ำกว่าในระบบการเลี้ยงแบบไม่ให้อากาศ เพราะออกซิเจนจะมีผลต่อสุขภาพของปลาดุกลูกผสม (Mallya J Y, 2007) ปลาดุกลูกผสมในระบบการเลี้ยงที่มีการเพิ่มออกซิเจนจึงมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าระบบการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมที่ไม่มีออกซิเจน แต่ในระบบทั้งที่มีโมลาสและที่ไม่มีโมลาสจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านอัตราการรอดตาย ($p=0.459$) (ภาพที่ 4) เพราะในระบบทั้งที่มีโมลาสและที่ไม่มีโมลาสจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านปริมาณแอมโมเนีย ดังนั้นจึงไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ส่วนในระบบที่มีการเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) (ภาพที่ 4) แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างผลของโมลาสและอากาศ โดยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกในระบบการเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศมีค่าต่ำกว่าในระบบการเลี้ยงแบบอื่น เพราะเมื่อนำอากาศและโมลาสมาใส่ในระบบเลี้ยงร่วมกันแล้วจะส่งผลทำให้จุลินทรีย์ในกลุ่ม Heterotrophic มีการเจริญเติบโต เพราะจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะใช้โมลาสเป็นแหล่งคาร์บอนในการสังเคราะห์

เซลล์ใหม่ ส่งผลให้ในระบบเลี้ยงที่มีการให้อากาศร่วมกับโมลาสเกิด Floc ปลาดุกลูกผสมสามารถกิน Floc เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนเสริม เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต (Avnimelech., 1999) ส่งผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกมีค่าลดลง ดังนั้นการเลี้ยงในระบบนี้เพื่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ดีจึงควรเลี้ยงแบบให้อากาศเพียงอย่างเดียว หรือการเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศ

สรุป

จากการศึกษาผลของการให้อากาศและการใช้โมลาสเพื่อควบคุมปริมาณแอมโมเนียในการเลี้ยงปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus* X *Clarias gariepinus*) ในระบบปิด แสดงให้เห็นว่าการเติมโมลาสอย่างเดียวจะส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นและปริมาณออกซิเจนต่ำลง แต่เมื่อเติมโมลาสและให้อากาศพร้อมกันจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในระบบมีค่าสูงขึ้น ส่งผลทำให้จุลินทรีย์ในกลุ่ม Heterotrophic มีการเจริญเติบโต โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะใช้โมลาสเป็นแหล่งคาร์บอนในการสังเคราะห์เซลล์ใหม่ ทำให้ในระบบเลี้ยงที่มีการให้อากาศร่วมกับโมลาสเกิด Floc ซึ่งปลาดุกลูกผสมสามารถกิน Floc เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนเสริม ส่งผลให้เพิ่มอัตราการเจริญเติบโต และทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกมีค่าลดลง ดังนั้นการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในระบบปิดจึงสมควรเลี้ยงแบบให้โมลาสร่วมกับการให้อากาศ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. **2557**. **คู่มือการประเมินปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรินทร์ สว่างเดชารักษ์. 2558. **ธาตุอาหารและแพลงก์ตอนพืชในน้ำและน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมและศักยภาพในการใช้ประโยชน์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดุสิต เอื้ออำนวย. 2548. **การศึกษาระบบบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในระดับห้องปฏิบัติการ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ . 2542. **เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ม.ป.ป. **ปลาดุก : เนื้อที่เพาะเลี้ยง ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ รวมทั้งประเทศ รายภาค และรายจังหวัด ปี 2551-2553**.แหล่งที่มา: www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577, 1 กุมภาพันธ์ 2556.

ยนต์ มุสิก. 2539. **คุณภาพน้ำกับกำลังผลิตของบ่อปลา**. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 180 หน้า.

American Public Health Association, American Water Work Association, and Water Environment Federation. 2012. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 22nd ed. American Public Health Association, Washington, D.C. 1496 p.

Avnimelech, Y. 1999. **Carbon and nitrogen ratio as a control element in aquaculture system.** Aquaculture 176: 227-235.

_____ . 2006. **Bio-filters: the need for an new comprehensive approach.** Aquac. Eng. 34 (3), 172–178.

_____. 2007. **Feeding with microbial floc tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds.** Aquaculture. 264: 140-147.

Boy, C.E. 1998. **Pond water aeration system.** Aquaculture engineering 18: 9-40

Latimer, G. W., Jr., ed. 2012. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 19th ed. Vol.1, Gaithersburg, Md. : AOAC International, 2012.

Mallya, J.Y. 2007. **The effects of dissolved oxygen on fish growth in aquaculture.** United Nations University, Fisheries Training Programme, UNU-FTP, 30 pp.

Tom L.1998. **Nutritional and feeding of fish.** Kluwer Academic Publishers. Second edition.

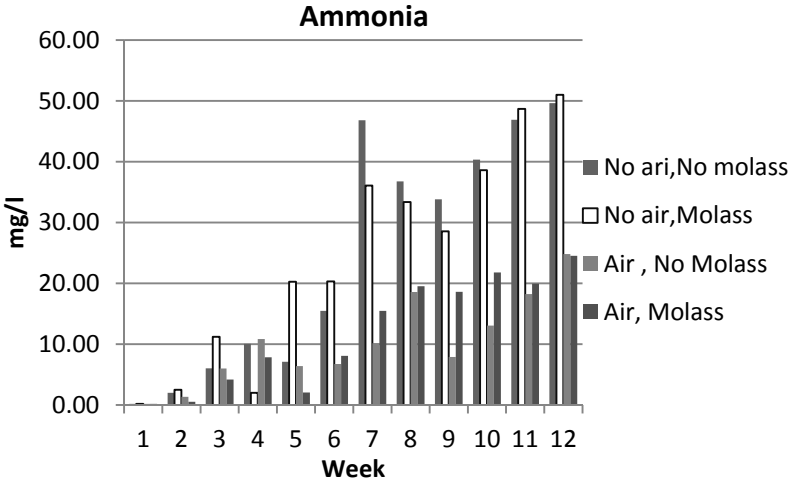


Figure 1 : Average of ammonia in No air+Molasses, Air+No molasses and Air+Molasses

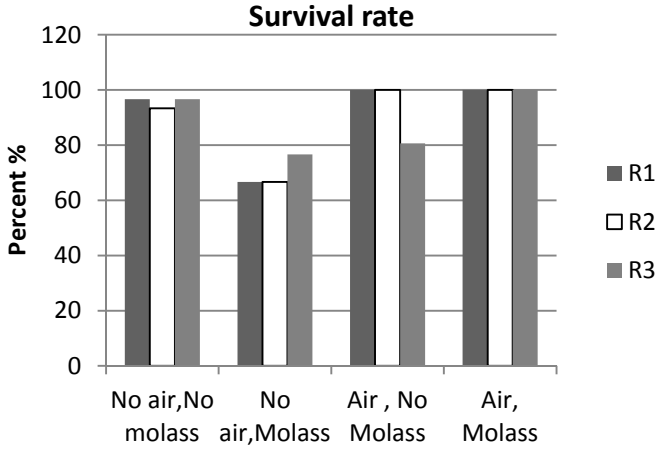


Figure 2 : Average of survival rate in No air+Molasses, Air+No molasses and Air+Molasses

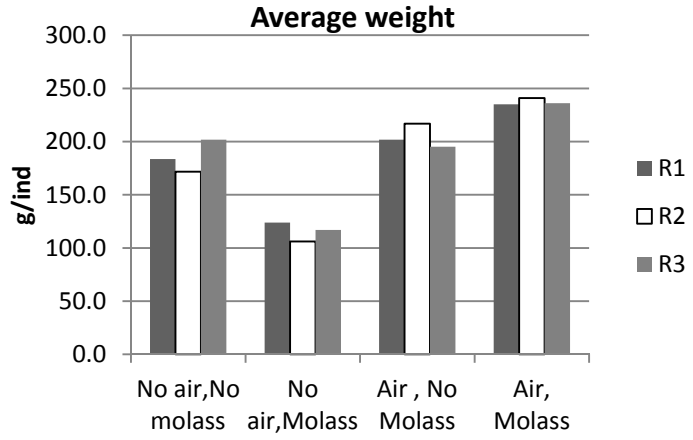


Figure 3 : Average of average weight in No air+Molasses, Air+No molasses and Air+Molasses

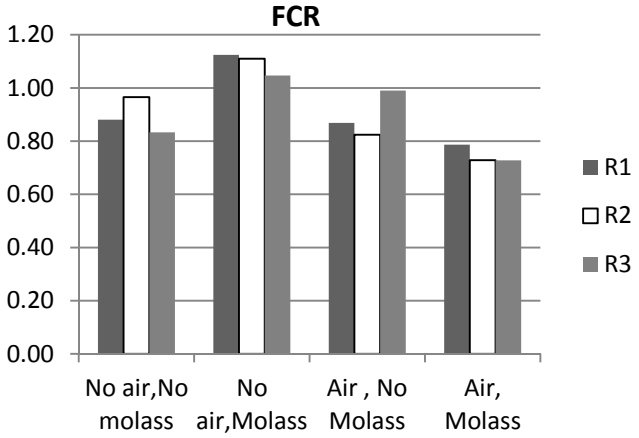


Figure 4 : Average of FCR in No air+Molasses, Air+No molasses and Air+Molasses

The Assessment of Maximum Sustainable Yield (MSY) and Optimal Fishing Effort in Thai Waters 2014

Praulai Nootmorn[1*], Amnoy Kongprom[1], Piyachok Sinanun[1] and Nipa Kulanujaree[1]

ABSTRACT

The study on the assessment of maximum sustainable yield (MSY) and optimal fishing effort of demersal fish, pelagic fishes and anchovies in Thai waters 2014 was conducted by using the Fox surplus production model. This model requires statistical data and information on catch, catch rate (CPUE) and fishing effort data of artisanal and commercial fisheries. Demersal fish, pelagic fish and anchovies were using statistic data from 1980 to 2014, 1997 to 2014 and 1996 to 2014, respectively.

The result of demersal fish in the Gulf of Thailand shows the MSY of demersal fish is 794,771 tonnes with the optimum fishing effort of 24.33 million hours. In 2014, demersal fish catch was 503,276 tonnes with fishing effort of 36.20 million hours. The present effort is greater than the optimum level by 32.8% from optimal fishing effort. In the Andaman Sea, the MSY is 240,519 tonnes with the optimum fishing effort of 4.81 million hours. The present catch of demersal fish is 177,684 tonnes with the fishing effort of 5.09 million hours. Pelagic fishes in the Gulf of Thailand present the MSY is 248,176 tonnes with the optimum fishing effort of 130,493 days, whereas the present catch of pelagic fishes is 245,986 tonnes with the fishing effort of 178,709 days. The present effort is greater than the optimum level by 27.0%. In the Andaman Sea, the MSY is 118,477 tonnes with the optimum fishing effort of 54,238 days, whereas the present catch of pelagic fishes is 99,039 tonnes with a fishing effort of 64,925 days. This indicates that the present effort is greater than the optimum level by 16.5%. An anchovy, the MSY is 191,785 tons with the optimum fishing effort of 114,588 days, while the present catch of anchovies is 183,216 tons with fishing effort of 115,600 days. This indicates that the present effort is close to the optimum level. In the Andaman Sea, the MSY is 32,994 tonnes with the optimum fishing effort of 52,014 days, while the present catch of anchovies is 33,903 tonnes with fishing effort of 51,520 days.

This study is useful to point out the status of marine fish resources in Thai Waters and send the strong message and recommendation to decision maker who will make the policy on the sustainable marine fisheries in Thai Waters.

Key words: maximum sustainable yield, optimum fishing effort, Thai waters

* Corresponding author; e-mail address: nootmorn@yahoo.com

[1]Marine Fisheries Research and Development Division, Department of Fisheries, Kaset-klang, Chutachak, Bangkok, 10900

INTRODUCTION

Marine fisheries are important both socially and economically for Thailand. Fish is very important to the food security and self-sufficiency of Thailand. Based on a recent survey (July 2015), a total number of 42,512 active Thai fishing vessels caught 1.56 million tonnes in 2014. This catch supports the livelihoods, incomes and employment for about 172,430 fishermen and about 515,000 people employed in supporting industries. These productions constitutes a generally affordable source of protein, contributing significantly to dietary health and food security, particularly the more than 2,500 villages of artisanal fishing communities along the coasts. Thailand is also a major seafood producer and exporter. In 2013, exports totaled 1.74 million tonnes, valued at USD6,506 million and imports totaled 1.67 million tonnes valued at USD2,845 million (DOF, 2015). However, there are a number of challenges that could have serious impact on the future of Thai fisheries. These include severe degradation of the fish resources through overcapacity that has resulted in lower catch rates, large quantities of small low value/trash fish, including juveniles of larger commercial species, and Illegal, unreported and unregulated fishing (IUU). Including, critical fish habitats degradation has contributed to this decline. These situations have occurred mainly as a result of a lack of control of an ever increasing number of vessels and uptake of new technologies over the past 30 years, resulting in excessive fishing capacity and fishing effort.

In 2015, the new Royal Ordinance for Fisheries B.E. 2558 (2015) recognized the significance regulation of managing the fisheries resources of Thailand sustainably and requires the development and implementation of a Marine Fisheries Management Plan (FMP during 2015-2019). The outlines the nature of the management challenges facing Thailand and details what actions and management measures are required to transform what is now essentially an open-access fishery into a limited-access fishery based on balancing the fishing effort with the productivity of the resources (maximum sustainable yield (MSY)).

The Maximum Sustainable Yield (MSY) assessment proposes to estimate the biological reference point at which stocks can be harvested without any negative effect on resources and equilibrium with the production of nature in Thai waters. MSY for the Gulf of Thailand and the Andaman Sea was estimated by using the Fox surplus production model (Fox, 1970). Therefore, this research aimed to study assesses the maximum sustainable yield (MSY) and optimal fishing effort in Thai waters 2014.

MATERIALS AND METHODS

1. Preparation of statistics data

The MSY assessment was conducted for three species groups 1) demersal fish that referring to all demersal species including demersal fishes, squids, cuttlefishes and shrimps; 2) pelagic fishes; and 3) anchovies. Catch data of 2014 collected from both artisanal and commercial fishing vessels were used in the assessment based:

1.Demersal fish: Artisanal fishing vessels, i.e. blue swimming crab gill net, other gill nets, trap (fish, squid and crab), hook, squid falling net, squid lift net and push net with fishing community production survey from 1980 to 2014 (Department of Fisheries, 1982 to 2016a).

: Commercial fishing vessels, i.e. pair trawl, otter board trawl, beam trawl and push net using fisheries statistics based on the sampling survey, from 1980 to 2014 (Department of Fisheries, 1982 to 2016b).

2.Pelagic fishes: Artisanal fishing vessels, i.e. encircling gill net, fish gill net, and pound net using fishing community production survey from 1997 to 2014 (Department of Fisheries, 1982 to 2016a).

: Commercial fishing vessels, i.e. purse seine (Thai purse seine, Thai purse seine with light luring, and FAD) excluding anchovy purse seine, which used fisheries statistics based on the sampling survey, from 1997 to 2014 (Department of Fisheries, 1982 to 2016b).

3. Anchovies, i.e. anchovy purse seine, anchovy falling net and anchovy lift net operated by both artisanal and commercial vessels from fisheries statistics based on the sampling survey and fishing community production survey, during 1996 to 2014 (Department of Fisheries, 1982 to 2016b).

2. Calculation of Maximum Sustainable Yield and optimum fishing effort

MSY for the Gulf of Thailand and the Andaman Sea was estimated by using the Fox surplus production model (Fox, 1970 and FAO, 1995). This model requires statistical data and information on catch, catch rate (CPUE) and fishing effort data of all fishing operations, particularly artisanal fishing gears and commercial fishing gears of demersal fish, pelagic fishes and anchovies. The equilibrium yield is given by:

$$\frac{y_i}{f_i} = e^{c+d*f_i}$$

Where is f as fishing effort (hours), c and d are constants of intercept and slope obtained by fitting a linear regression.

$$MSY = -1/d$$

$$F_{MSY} = -(1/d)e^{c-1}$$

Fishing effort estimate was based on the fishing vessel survey that carried out in June and July 2015 (Department of Fisheries, 2015). Data from 42,512 active vessels that operate in Thai waters were used for the MSY assessment.

Calculation of optimum fishing effort

1.Calculate the amount of fishing effort needed to achieve the MSY, i.e. number of fishing hours and number of fishing days;

2. Calculate the ratio of fishing effort by fishing gear based on the current catch Ratio of

fishing effort of gear A = Catch of gear A / total catch;

3. Convert the fishing effort (FR) to the total amount of catch (CR) by CPUE of standard gear multiplied by FR;

4. Calculate the amount of catch of each gear as amount of catch of gear A = Total amount of catch (CR) * Ratio of fishing effort of gear A

5. Calculate the number of vessel as:

$$\text{Number of vessel A} = \frac{\text{Amount of catch}}{\text{Kg/vessel/year}}$$

RESULTS AND DISCUSSION

1. Demersal fish

Gulf of Thailand

The total number of fishing vessels used for MSY assessment of demersal fish in the Gulf of Thailand was 28,279 vessels, consisting of 4,425 commercial vessels and 23,754 artisanal vessels. The result shows that the MSY of demersal fish is 794,771 tonnes with the optimum fishing effort of 24.33 million hours. The 2014 catch of demersal fish was 503,276 tonnes with fishing effort of 36.20 million hours (Table 1). This indicates that the present effort is greater than the optimum level by 32.8%, and it should therefore be reduced.

Table 1 MSY and optimal fishing effort of demersal fish in Thai waters, 2014

Location	MSY (tonnes)	Optimal Fishing Effort (million hours)	Current Catch (tonnes)	Current Fishing Effort (million hours)	Status of Fisheries	
					Exceeded/ Balanced/ Lower	Percentage
	(1) Demersal Fish*				Exceeded (million hours)	
Gulf of Thailand	794,771	24.33	503,276	36.20	11.87	+32.8%
Andaman Sea	240,519	4.81	177,684	5.09	0.28	+5.3%

Remark: + = Exceeded

Andaman Sea

The total number of fishing vessels used for MSY assessment of demersal fish in the Andaman Sea was 8,980 vessels, consisting of 892 commercial vessels and 8,088 artisanal vessels. The result shows that the MSY of demersal fish is 240,519 tonnes with the optimum fishing effort of 4.81 million hours. The present catch of demersal fish is 177,684 tonnes with the fishing effort of 5.09 million hours. Thus, the present fishing effort is greater than the optimum level by 5.3% (Table 1).

2. Pelagic fishes

Gulf of Thailand

The total number of fishing vessels used for MSY assessment of pelagic fishes in the Gulf of Thailand was 3,202 units, consisting of 485 commercial vessels and 2,717 artisanal vessels. The result shows that the MSY of pelagic fishes is 248,176 tonnes with the optimum fishing effort of 130,493 days, whereas the present catch in 2014 of pelagic fishes is 245,986 tonnes with the fishing effort of 178,709 days. The present effort is, therefore, greater than the optimum level by 27.0% (Table 2).

Table 2 MSY and optimal fishing effort of pelagic fish in Thai waters, 2014

Location	MSY (tonnes)	Optimal Fishing Effort (million hours)	Current Catch (tonnes)	Current Fishing Effort (million hours)	Status of Fisheries	
					Exceeded/ Balanced/ Lower	Percentage
	(3) Other pelagic fish				Exceeded (days)	
Gulf of Thailand	248,176	130,493	245,986	178,709	48,216	+27.0 %
Andaman Sea	118,477	54,238	99,039	64,925	10,687	+16.5 %

Remark: + = Exceeded

Andaman Sea

The total number of fishing vessel used for MSY assessment of pelagic fishes in the Andaman Sea was 918 vessels, including 262 commercial vessels and 656 artisanal vessels. The result shows that the MSY of pelagic fishes is 118,477 tonnes with the optimum fishing effort of 54,238 days, whereas the present catch of pelagic fishes is 99,039 tonnes with a fishing effort of 64,925 days. This indicates that the present effort is greater than the optimum level by 16.5% (Table 2).

3. Anchovies

Gulf of Thailand

The total number of fishing vessel used for MSY assessment of anchovies in the Gulf of Thailand was 1,027 vessels, including 357 anchovy purse seiners and 670 anchovy falling nets and lift nets. Based on the assessment, the MSY of anchovies is 191,785 tons with the optimum fishing effort of 114,588 days, while the present catch in 2014 of anchovies is 183,216 tons with fishing effort of 115,600 days. This indicates that the present effort is close to the optimum level (over by 0.9%) that shows in Table 3.

Table 3 MSY and optimal fishing effort of anchovies in Thai waters, 2014

Location	MSY (tonnes)	Optimal Fishing Effort (days)	Current Catch (tonnes)	Current Fishing Effort (days)	Status of Fisheries	
					Exceeded/ Balanced/ Lower	Percentage
	(2) Anchovies				Lower/Exceeded (days)	
Gulf of Thailand	191,785	114,588	183,216	115,600	1,012	**+0.9 %**
Andaman Sea	32,944	52,014	33,903	51,520	494	**-1.0%**

Remark: + = Exceeded, - = lower

Andaman Sea

The total number of fishing vessel used for MSY assessment of anchovies in the Andaman Sea was 159 vessels, including 77 anchovy purse seiners and 82 anchovy falling nets and lift nets. Based on the assessment, the MSY of anchovies is 32,994 tonnes with the optimum fishing effort of 52,014 days, while the present catch of anchovies is 33,903 tonnes with fishing effort of 51,520 days (Table 3).

The assessment results show the overfishing in demersal fish and pelagic fish in Gulf of Thialnd and Andaman Sea in 2014. The management recommendations that the separate fisheries (demersal, pelagic and anchovy for the Gulf of Thailand and for the Andaman Sea), the number illegal vessels and the resulting reduction in fishing effort based on the 2014 stock assessment. This analysis indicates that the removal of illegal vessels will go a long way towards meeting the reduction targets in the trawl fishery. However, although there were illegal purse seines at the time of the survey in June-July 2015, it is assumed that many of these vessels will renew their purse seine licenses and it will not be possible to reduce purse seiners through this strategy (Department of Fisheries, 2016). Supongpan and P. Boonchuwong (2010) report the fish stocks especially for demersal fish in the Gulf of Thailand have already overexploited. All demersal fish, except *Photopetoralis bindus* (pony fish), *Photololigo chinensis* and *P. duvaucelii* (squid) and were overexploited in the Gulf of Thailand. All pelagic species were overexploitation except *Sardinella gibbosa* (sardine) both in the Gulf of Thailand and the Andaman Sea. The anchovy species were only slightly overexploited.

CONCLUSION

Demersal fish in the Gulf of Thailand indicates that the present effort is greater than the optimum level by 32.8%, and it should therefore be reduced. While in the Andaman Sea, the present fishing effort is greater than the optimum level by 5.3%. Pelagic fish in the Gulf of Thailand shows the fishing effort greater than the optimum level by 27.0%. Therefore in the Andaman Sea, the status indicates that the present effort is greater than the optimum level by 16.5%. In addition, Anchovies in the Gulf of

Thailand shows that the present fishing effort is close to the optimum level (over by 0.9%). In the Andaman Sea, the present catch of anchovies is 33,903 tonnes with fishing effort of 51,520 days nearly the optimum level. The result from this study is very useful to educate on the biological reference point at which stocks can be harvested without any negative effect on resources and equilibrium with the production of nature in Thai waters. This study is strong message and recommendation that will send to decision maker who will make the policy on the sustainable marine fisheries in Thai Waters.

REFERENCES

Department of Fisheries. 1982 to 2016a. **Fishing Community Production Survey in 1980 to 2014**. Information and Communication Technology Center, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

Department of Fisheries. 1982 to 2016b. **The Marine Fisheries Statistics 1980 to 2014 Base on the Sample Survey**. Information and Communication Technology Center, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

Department of Fisheries. 2015. **The Marine Fisheries Management Plan of Thailand, A National Policy for Marine Fisheries Management during 2015 – 2019**. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives and Command Center for Combating Illegal Fishing.

FAO. 1995. **Report of the Third Thailand/FAO/DANIDA Workshop on Fishery Research Planning in the Gulf of Thailand: The demersal trawl fishery in the Gulf of Thailand.** Held on 23 January to 3 February 1995, Chiang Rai, Thailand. Rome: FAO.

Fox, W. W. Jr. 1970. **An Exponential Surplus-yield Model for Optimizing Exploited Fish Populations. Transactions of the American Fisheries Society**. 99: 80-88.

Supongpan, M and P. Boonchuwong. 2010. **THAILAND: National Report: Bycatch management in Trawl Fisheries in the Gulf of Thailand**. Reduction of Environmental Impact from Tropical Shrimp Trawling through the Introduction of Bycatch Reduction Technological and Change of Management Project.

การปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

Heavy Metals Contamination in Water in the Tha Chin Estuary, Samut Sakhon Province

ธัญชนก จินดาศรี[1] เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์[1*] ณิศรา ถาวรโสตร์[1] อรอิงค์ เวชสิทธิ์[1] และ พฤหัส จันทร์นวล[1]

Thanchanok Jindasre[1], Shettapong Meksumpun[1*], Nissara Thawonsode[1],

Oning Veschasit[1] and Pharuhas Chanuan[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี) ในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ทำการศึกษา 2 ครั้ง ในฤดูน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556) และฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557) โดยการสุ่มวิเคราะห์น้ำจากสถานีเก็บตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 18 สถานี ซึ่งแบ่งพื้นที่การศึกษาออกเป็น 4 พื้นที่ (พื้นที่ฝั่งตะวันออก พื้นที่ฝั่งตะวันตก พื้นที่แนวร่องน้ำ และพื้นที่ตอนนอกของปากแม่น้ำ) ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณของแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษา มีค่าอยู่ในช่วง nd*-4.50, nd-9.00, 1.00-9.50 และ 12.50-50.50 ppb ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าในฤดูแล้งการปนเปื้อนของแคดเมียม และตะกั่วสูงกว่าในฤดูน้ำหลาก ส่วนในฤดูน้ำหลากพบความเข้มข้นของสังกะสีสูงกว่าฤดูแล้ง ยกเว้นปริมาณทองแดงซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 2 ฤดูกาล เมื่อพิจารณาตามพื้นที่ พบว่า บริเวณฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำในทั้ง 2 ฤดูกาล มีการปนเปื้อนของโลหะหนักสูงกว่าในบริเวณอื่น ๆ โดยพบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วและทองแดงในบางสถานียังมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งที่กำหนดไว้ ซึ่งนับเป็นปัญหาที่ควรหาทางแก้ไขโดยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

ABSTRACT

The study on heavy metal (cadmium, copper, lead and zinc) contamination in the Tha Chin estuarine areas was conducted during wet season (August 2013) and dry season (February 2014). The study areas were classified into 4 zones; eastern, western, mid-channel and outer. The water samples were collected from 18 stations. The results showed that concentrations of Cd, Pb, Cu and Zn ranged between nd*-4.50 ppb, nd-9.00 ppb, 1.00-9.50 ppb and 12.50-50.50 ppb, respectively. The concentrations of Cd and Pb during the dry season were higher than those of the wet season. On the contrary, however, the concentrations of Zn during the were season was higher than during the dry season. The concentrations of Cu were almost similar in both wet and dry seasons. Overall results indicated that the concentrations heavy metal in the western part of the river mouth during both seasons were higher than those of the other areas. Moreover, the concentrations of Pb and Cu at some sampling stations were higher than the standard levels for coastal waters. This problem, thus, should be considered and solved by all related stakeholders further

*nd = non-detectable

Key Words: heavy metal, seasonal variation, estuarine, Tha Chin River

*Corresponding author; e-mail address: **ffisspm@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Sciences, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

แม่น้ำท่าจีนมีความยาวตลอดลำน้ำ 325 กิโลเมตร เกิดจากการแยกตัวจากแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณปากคลองมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท และตำบลท่าชุง อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ลงสู่อ่าวไทยที่ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร บริเวณปากแม่น้ำแม่ท่าจีนเป็นแหล่งเลี้ยงตัวอ่อนของหอยหลายชนิด และยังเป็นแหล่งประกอบอาชีพของชาวประมงพื้นบ้าน ปัจจุบันบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนมีสถานภาพที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จากรายงานของ จารุมาศ และคณะ (2556) พบว่า บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน มีค่าออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในภาวะต่ำจนเป็นระดับวิกฤต (น้อยกว่า 1 mg/l) ซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ เนื่องมาจากมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นของแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม บริเวณริมฝั่งทั้งสองด้านของแม่น้ำท่าจีน ทำให้แม่น้ำแม่ท่าจีนกลายเป็นแหล่งรองรับของเสียจากทุก ๆ กิจกรรมดังกล่าว ส่งผลให้คุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนเสื่อมโทรมลงมาก

โลหะหนักจัดเป็นสารมลพิษประเภทหนึ่งซึ่งในบริเวณแม่น้ำท่าจีน เริ่มมีการสนใจกันอย่างจริงจังในระยะประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา จากการศึกษาที่ผ่านมาพบปริมาณ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ตลอดลำน้ำท่าจีนมีค่าอยู่ระหว่าง nd-0.05, nd-1.04, 0.01-1.20 และ 0.16-7.47 ppm ตามลำดับ (อรอิงค์, 2551) โลหะหนักมีความเป็นพิษ และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต การสะสมของโลหะหนักในแหล่งน้ำเกิดได้หลายรูปแบบ โลหะหนักที่ปนเปื้อนเข้าสู่แหล่งน้ำ สามารถรวมตัวได้ทั้งกับสารอินทรีย์ในมวลน้ำและดินตะกอนพื้นท้องน้ำ โดยเฉพาะในบริเวณปากแม่น้ำ และมีเพียงบางส่วนที่ถูกพัดพาออกสู่ทะเล (ปิยวรรณ, 2549) ดินตะกอนเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งในแหล่งน้ำ เป็นทั้งแหล่งที่อยู่อาศัย (habitat) ของสิ่งมีชีวิต เป็นแหล่งสะสมรวมตัว (sink) ของสสารต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ และยังเป็นแหล่งกำเนิด (source) ของสารอาหารที่หมุนเวียนกลับขึ้นสู่แหล่งน้ำเบื้องบน รวมทั้งโลหะหนักด้วย (จารุมาศ, 2548)

ด้วยเหตุที่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความสำคัญ การศึกษาและติดตามปริมาณการปนเปื้อนและการเปลี่ยนแปลงของโลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี) ในน้ำ ตลอดจนการประเมินลักษณะการแพร่กระจายของโลหะหนักเหล่านี้ในพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีนเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการประเมินสถานภาพสิ่งแวดล้อมของแม่น้ำที่มีการใช้ประโยชน์อย่างหนาแน่นในปัจจุบัน การศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำซึ่งผลจากการศึกษาที่ได้สามารถบอกถึงสถานการณ์ของมลภาวะในปัจจุบัน และสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้เพื่อกำหนดพื้นที่ในการเฝ้าระวัง หรือหาทางควบคุมปริมาณโลหะหนักที่เข้ามาสู่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนได้อย่างเหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษาและระยะเวลาการศึกษา

ทำการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร โดยทำการศึกษาทั้งสิ้น 2 ครั้ง คือ ฤดูน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556) และฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557) การศึกษาได้จัดกลุ่มของสถานีสำรวจตามลักษณะของความลึกและทิศทางการไหลของน้ำ โดยแบ่งออกเป็น 4 พื้นที่ คือ พื้นที่ฝั่งตะวันออกของปากแม่น้ำ 5 สถานี (สถานีที่ TC6, TC7, TC8, TC9 และ TC17) พื้นที่ฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำ 5 สถานี (สถานีที่ TC11, TC12, TC13, TC14 และ TC18) พื้นที่แนวร่องน้ำ 4 สถานี (สถานีที่ TC1, TC2, TC3 และ TC4) และพื้นที่ตอนนอกของปากแม่น้ำ 4 สถานี (สถานีที่ TC 5, TC10, TC15 และ TC16) รวมทั้งสิ้น 18 สถานี (Figure 1 และ Table 1)

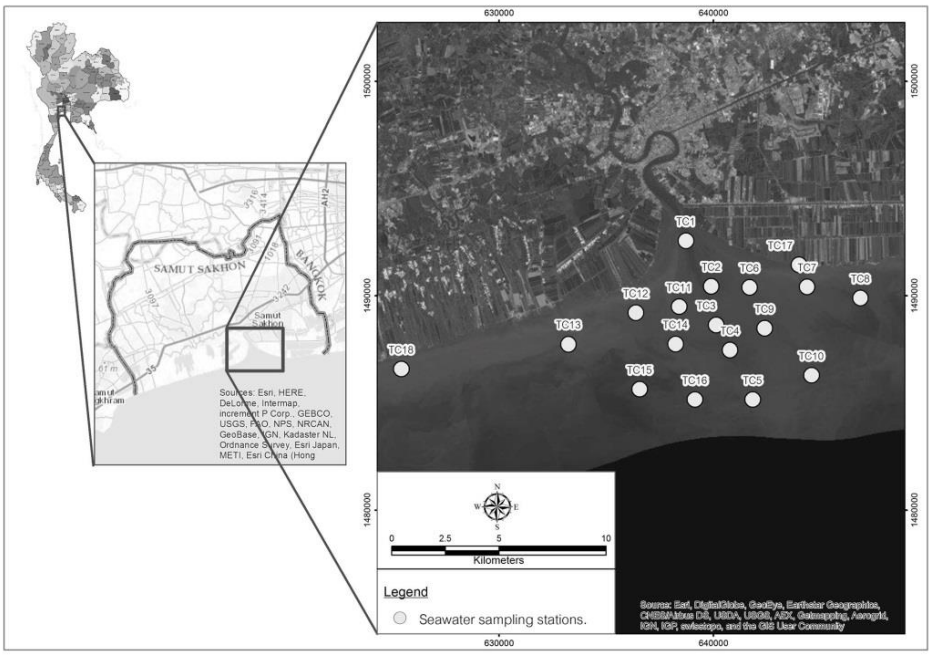


Figure 1 Sampling location at the Tha Chin river mouth during wet season (August 2013) and dry season (February 2014).

Table 1 The position of study area Tha Chin river mouth

Station	UTM UNIT*		Station	UTM UNIT*	
	E	N		E	N
TC 1	638725	1492570	TC 10	644580	1486300
TC 2	639905	1490455	TC 11	638400	1489500
TC 3	640137	1488641	TC 12	636388	1489219
TC 4	640780	1487480	TC 13	633240	1487749
TC 5	641836	1485168	TC 14	638238	1487756
TC 6	641700	1490400	TC 15	636560	1485650
TC 7	644374	1490420	TC 16	639140	1485168
TC 8	646870	1489900	TC 17	643996	1491459
TC 9	642388	1488492	TC 18	625442	1486587

*หมายเหตุ: UTM UNIT = UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR UNIT

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำ (Kemmerer water sampler) บริเวณกึ่งกลางความลึก บรรจุใส่ขวด polyethylene ปริมาตร 250 มิลลิลิตร กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง GF/C รักษาตัวอย่างน้ำโดยการปรับ pH ให้ต่ำกว่า 2 ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น แล้วทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นโลหะหนักในห้องปฏิบัติการต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ในน้ำ ตามวิธีการวิเคราะห์ของ Sukasem (1989) และนำตัวอย่างที่ผ่านการสกัด วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) แบบ Flame

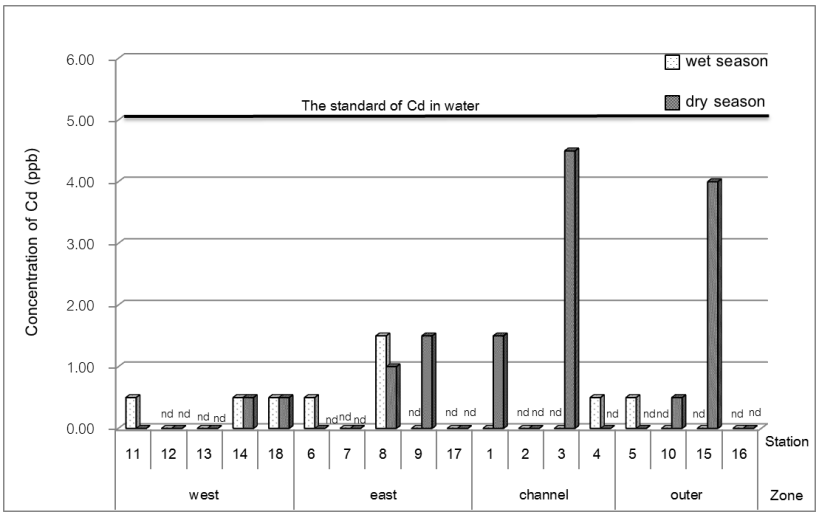
ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร จากการเก็บตัวอย่างน้ำจำนวนทั้งสิ้น 18 สถานี ในฤดูน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556) และฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557) พบว่า

แคดเมียม (Cd)

ความเข้มข้นของแคดเมียมในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษา มีค่าอยู่ในช่วง nd-4.50 ppb (Figure 2) ซึ่งเมื่อพิจารณาตามฤดูกาล พบว่า ในฤดูน้ำหลาก ปริมาณของแคดเมียมมีค่าอยู่ในช่วง nd–1.50 ppb ในฤดูนี้พบว่า ปริมาณแคดเมียมในน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำและใกล้เคียงกันทั่วทั้งบริเวณปากแม่น้ำ โดยจะพบค่าสูงสุดในสถานีที่ TC8 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณฝั่งตะวันออกของปากแม่น้ำท่าจีน

ส่วนในฤดูแล้ง ปริมาณของแคดเมียมมีค่าอยู่ในช่วง nd–4.50 ppb พบปริมาณการปนเปื้อนสูงสุดบริเวณพื้นที่แนวร่องน้ำของปากแม่น้ำในสถานีที่ TC3 ทั้งนี้เกิดจากในช่วงฤดูแล้ง บริเวณแนวร่องน้ำจะเป็นบริเวณที่มีการรับสารมลพิษต่าง ๆ จากแม่น้ำลงสู่ทะเล มีโอกาสในการสะสมตัวของโลหะหนักได้มากกว่าบริเวณอื่น ๆ



nd = non-detectable

Figure 2 The concentration of cadmium (Cd) at the Tha Chin river mouth during wet season (August 2013) and dry season (February 2014).

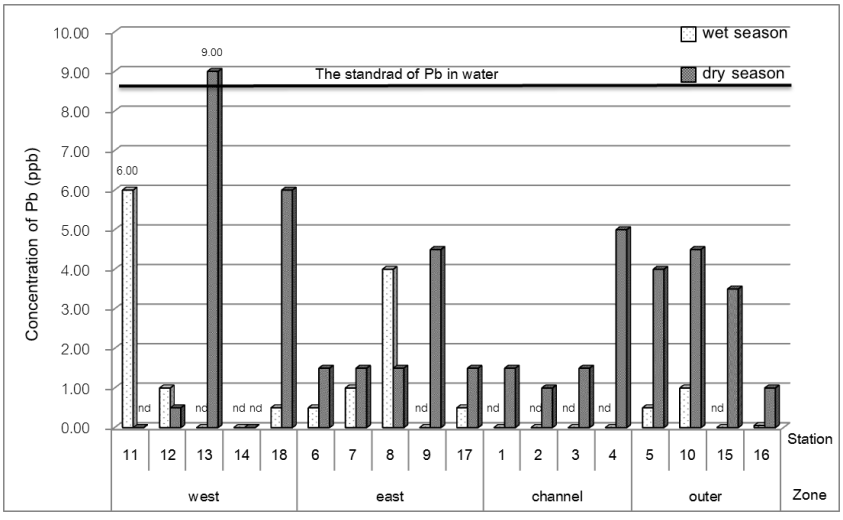
เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ฤดูกาล พบว่า ในฤดูแล้ง (1.75±1.36 ppb) มีปริมาณแคดเมียมสูงกว่า ฤดูน้ำหลาก (0.64±0.39 ppb) เนื่องจากในช่วงฤดูแล้งเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำท่าน้อยมีโอกาสสะสมตัวของแคดเมียมได้สูง และในช่วงฤดูน้ำหลากนั้นจะมีปริมาณน้ำท่ามากเป็นตัวเจือจางความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในน้ำให้ลดลง จึงส่งผลให้ปริมาณแคดเมียมมีค่าน้อยในฤดูกาลดังกล่าว แต่โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณแคดเมียม

ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่ง (ไม่เกิน 5 ppb) (Table 2) และมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในอดีตของ อรอิงค์ (2551) ซึ่งทำการศึกษาบริเวณแม่น้ำท่าจีน พบว่า บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูน้ำหลากและช่วงฤดูแล้ง มีปริมาณแคดเมียม อยู่ในช่วง nd-1.00 ppb และยังพบว่ามีค่าสอดคล้องกับการศึกษาของ จินตนันท์ (2557) ซึ่งพบว่าปริมาณแคดเมียมบริเวณแม่น้ำท่าจีนมีค่าต่ำมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้ (nd) จากการตรวจวัดพบค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากแคดเมียมเป็นค่าที่มีปริมาณน้อยมากในธรรมชาติจึงตรวจพบได้น้อยและมีค่าใกล้เคียงกันมาก

ตะกั่ว (Pb)

ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง nd-9.00 ppb (Figure 3) ซึ่งเมื่อพิจารณาตามฤดูกาล พบว่า ในฤดูน้ำหลาก ความเข้มข้นของตะกั่ว มีค่าอยู่ในช่วง nd–6.00 ppb โดยจะพบค่าสูงสุดในบริเวณฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำในสถานีที่ TC11 (6.00 ppb) และพบค่าต่ำจนไม่สามารถตรวจพบได้ (nd) ในบริเวณแนวร่องน้ำของปากแม่น้ำ

ส่วนในฤดูแล้ง ความเข้มข้นของตะกั่วมีค่าอยู่ในช่วง nd–9.00 ppb พบการปนเปื้อนสูงสุดบริเวณพื้นที่ฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำในสถานีที่ TC13 (9.00 ppb) เช่นเดียวกับในช่วงฤดูน้ำหลาก เนื่องจากบริเวณฝั่งตะวันตกมีคลองสาขาย่อยถึง 4 คลอง ซึ่งเป็นตัวพาสารโลหะหนักจากแผ่นดินลงสู่ปากแม่น้ำในทั้ง 2 ฤดูกาล รวมทั้งในบริเวณลำคลองต่าง ๆ จะมีเรือประมงพื้นบ้านของชาวบ้านจอดเป็นจำนวนมาก จึงอาจเกิดการปนเปื้อนจากน้ำมันเรือต่าง ๆ รั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำได้ ซึ่งแหล่งกำเนิดหลักของตะกั่ว คือ tetraethyl lead ($PbEt_4$) ใช้ผสมในน้ำมัน (Buajan and Pumijumnong, 2010) และจะพบค่าต่ำสุดในบริเวณฝั่งตะวันออกของปากแม่น้ำ



nd = non-detectable

Figure 3 The concentration of lead (Pb) at the Tha Chin river mouth during wet season (August 2013) and dry season (February 2014).

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ฤดูกาล พบว่า ในฤดูแล้ง (3.00±2.41 ppb) มีปริมาณตะกั่วสูงกว่าฤดูน้ำหลาก (1.69±1.59 ppb) ซึ่งเกิดจากในช่วงฤดูน้ำหลากจะมีน้ำท่าปริมาณมากเป็นตัวเจือจางความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในน้ำให้ลดลง จึงส่งผลให้พบปริมาณตะกั่วน้อยในฤดูกาลดังกล่าว นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นได้ว่าในบริเวณฝั่งตะวันตกจะเป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ทั้ง 2 ฤดูกาลจึงควรมีการเฝ้าระวังเป็น

พิเศษ อีกทั้งในสถานีที่ 13 (9.00 ppb) ในช่วงฤดูแล้งจะมีค่าตะกั่วสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่ง (8.50 ppb) อีกด้วย ทั้งนี้อาจเกิดจากในบริเวณดังกล่าวมีการทำประมงจับหอยพิมพ์ ซึ่งจะทำให้มีการรบกวนหน้าดิน เมื่อตะกอนพื้นท้องน้ำได้รับออกซิเจนก็จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ทำให้ซัลไฟด์ถูกออกซิไดซ์เป็นซัลเฟต โลหะหนักก็จะละลายออกจากตะกอนได้มากขึ้น (ปิยวรรณ, 2549)

ทองแดง (Cu)

ความเข้มข้นของทองแดงในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 1.00-9.50 ppb (Figure 4) ซึ่งเมื่อพิจารณาตามฤดูกาล พบว่า ในฤดูน้ำหลาก ปริมาณทองแดง มีค่าอยู่ในช่วง 1.00–9.00 ppb โดยจะพบค่าสูงสุดในสถานีที่ TC14 ซึ่งอยู่บริเวณฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณทองแดงที่พบมีค่าสูงทางฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำเช่นเดียวกัน และพบค่าต่ำสุดในบริเวณฝั่งตะวันออกของปากแม่น้ำในสถานีที่ TC7

ส่วนในฤดูแล้ง ปริมาณการปนเปื้อนของทองแดงมีค่าอยู่ในช่วง 1.00–9.50 ppb พบปริมาณการปนเปื้อนสูงสุดบริเวณพื้นที่แนวร่องน้ำของปากแม่น้ำ สถานีที่ TC3 (9.50 ppb) เนื่องจากในช่วงฤดูแล้งกระแสน้ำจะแรงที่สุดจะอยู่บริเวณใกล้ร่องน้ำ ทำให้บริเวณดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากมวลน้ำของแม่น้ำท่าจีน ซึ่งพัดพาโลหะหนักจากแผ่นดินลงสู่ปากแม่น้ำ และจะพบค่าต่ำสุดในบริเวณฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำ สถานีที่ TC12 (1.00 ppb) โดยทองแดงนั้นถูกนำมาใช้เป็นสารเคมีทางการเกษตร โดยใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์รบกวนต่าง ๆ (ปิยวรรณ, 2549)

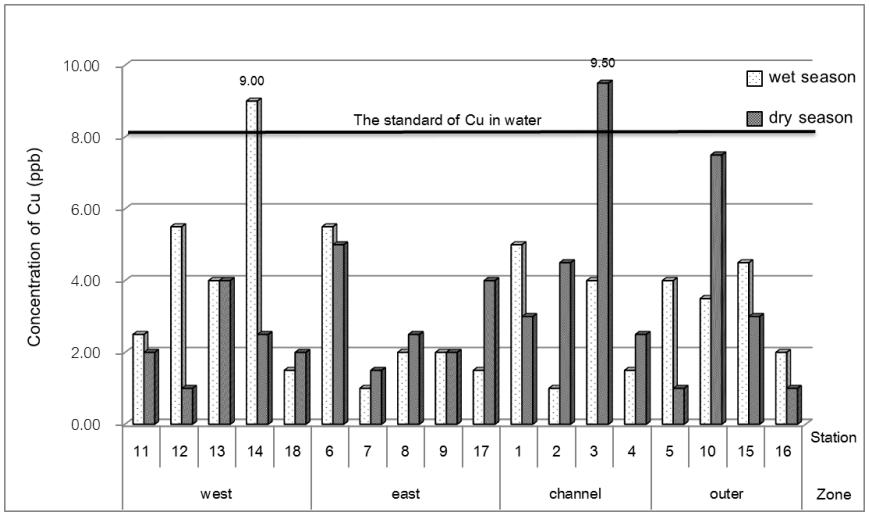


Figure 4 The concentration of copper (Cu) at the Tha Chin river mouth during wet season (August 2013) and dry season (February 2014).

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ฤดูกาล พบว่า ปริมาณทองแดงทั้งฤดูน้ำหลาก (3.33±2.09 ppb) และฤดูแล้ง (3.25±2.27 ppb) มีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจาก ในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนมีการทำประมงหลากหลายชนิดอยู่ทั่วทั้งบริเวณปากแม่น้ำ เช่น การคราดหอย ส่งผลให้เกิดการฟุ้งของดินตะกอน ส่งผลทำให้โลหะหนักที่สะสมอยู่ในผิวตะกอนมีโอกาสละลายกลับคืนสู่มวลน้ำ โดย Buajan and Pumijumnong (2010) ได้อธิบายไว้ว่า เมื่อมีการปนเปื้อนของทองแดงลงสู่แหล่งน้ำ ปริมาณการปนเปื้อนของทองแดงในน้ำไม่สามารถ

เคลื่อนที่ได้ไกลจากจุดปล่อย แต่สามารถเดินทางได้ดีขึ้นเมื่ออยู่ในอนุภาคตะกอนสารแขวนลอย และเมื่อพิจารณาตามสถานีเก็บตัวอย่างพบว่าในสถานีที่ 14 ช่วงฤดูน้ำหลาก และสถานีที่ 3 ช่วงฤดูแล้งจะมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ (ไม่เกิน 8.50 ppb) รวมทั้งมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำธรรมชาติ EPA อีกด้วย (Table 2)

สังกะสี (Zn)

ความเข้มข้นของสังกะสีในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษา มีค่าอยู่ในช่วง 12.50-50.50 ppb (Figure 5) ซึ่งเมื่อพิจารณาตามฤดูกาล พบว่า ในฤดูน้ำหลาก ปริมาณสังกะสี มีค่าอยู่ในช่วง 14.50–50.50 ppb โดยภาพรวม พบว่า ความเข้มข้นของสังกะสีมีค่าใกล้เคียงกันทั่วทั้งบริเวณปากแม่น้ำ แต่จะพบค่าสูงสุดในบริเวณฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำ ในสถานี TC18 (50.50 ppb) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของตะกั่วและทองแดงที่จะพบมีค่าสูงในบริเวณฝั่งตะวันออกของปากแม่น้ำ และพบค่าต่ำสุดในบริเวณพื้นที่ตอนนอกของปากแม่น้ำ สถานีที่ TC10 (14.50 ppb)

ส่วนในฤดูแล้ง ปริมาณการปนเปื้อนของสังกะสีมีค่าอยู่ในช่วง 12.50-31.50 ppb พบปริมาณการปนเปื้อนสูงสุดบริเวณพื้นที่แนวร่องน้ำของปากแม่น้ำ ในสถานีที่ TC3 (31.50 ppb) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแคดเมียมและทองแดงที่พบว่าในช่วงฤดูแล้งจะพบปริมาณโลหะหนักสูงบริเวณแนวร่องน้ำ และพบค่าต่ำสุดในบริเวณฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำ สถานีที่ TC17 (12.50 ppb)

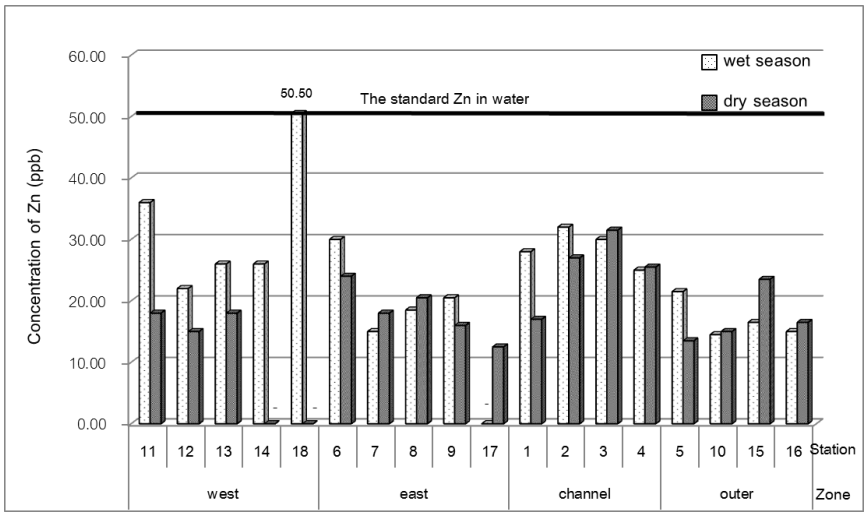


Figure 5 The concentration of zinc (Zn) at the Tha Chin river mouth during wet season (August 2013) and dry season (February 2014).

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่าง 2 ฤดูกาล พบว่า ในฤดูน้ำหลาก (25.12±10.69 ppb) มีปริมาณสังกะสีสูงกว่าฤดูน้ำแล้ง (19.47±8.07 ppb) เนื่องจากปริมาณน้ำท่าเป็นปัจจัยในการนำพาปริมาณสังกะสีจากแผ่นดินลงสู่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาตามสถานีเก็บตัวอย่างพบว่า ในสถานีเก็บตัวอย่างที่ TC18 (50.50 ppb) ในฤดูน้ำหลากซึ่งอยู่ในบริเวณพื้นที่ฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำมีค่าสังกะสีสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่ง (50.00 ppb) ดังแสดงใน Table 2 รวมทั้งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในอดีตของ อรอิงค์ (2551) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน พบว่า บริเวณปากแม่น้ำในช่วงฤดูน้ำ

หลากมีค่าสังกะสีสูงถึง 88.00 ppb ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มขึ้นจึงพัดพาเอาสังกะสีจากแผ่นดินลงสู่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนเช่นเดียวกัน

Table 2 Comparisons of the concentration of heavy metals at the Tha Chin river mouth during wet season (August 2013) and dry season (February 2014) and other criteria.

โลหะหนัก (ppb)	การศึกษาในครั้งนี้						ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล*	เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลภูมิภาคอาเซียน**	EPA***	
	ฤดูน้ำหลาก			ฤดูแล้ง					CMC[1]	CCC[2]
	พิสัย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	พิสัย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย				
แคดเมียม	nd-1.50	0.39	0.64	nd-4.50	1.36	1.75	5	8	40	8.8
ตะกั่ว	nd-6.00	1.59	1.65	nd-9.00	2.41	3.00	8.5	8.5	210	8.1
ทองแดง	1.00-9.00	2.09	3.33	1.00-9.50	2.27	3.25	8	10	4.8	3.1
สังกะสี	14.50-50.50	10.69	25.12	12.50-31.50	8.07	19.47	50	-	90	81

nd = non-detectable

ที่มา: * = คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ. 2549)

**= วิมลพร ไวยนิภี จุฑามาศ รัตติกาลสุขะ และรังสรรค์ ปิ่นทอง. 2556.

*** = U.S. Environmental Protection Agency (2004) [1]CMC = Criteria Maximum Concentration [2]CCC = Criteria Continuous Concentration

สรุป

ผลการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในมวลน้ำบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนจำนวนทั้งสิ้น 18 สถานี ซึ่งแบ่งเป็น 4 พื้นที่การศึกษา พบว่า ความเข้มข้นของแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี อยู่ในช่วง nd-4.50, nd-9.00, 1.00-9.50 และ 12.50-50.50 ppb ตามลำดับ โดยในฤดูแล้งจะพบปริมาณแคดเมียม และตะกั่วสูงกว่าในฤดูน้ำหลาก และในฤดูน้ำหลากจะพบปริมาณสังกะสีสูงกว่าฤดูแล้ง ส่วนปริมาณทองแดงจะมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 2 ฤดูกาล นอกจากนี้เมื่อพิจารณาตามพื้นที่จะพบว่าในบริเวณฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำในทั้ง 2 ฤดูกาล และแนวร่องน้ำในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณโลหะหนักสูงกว่าในบริเวณอื่น ๆ ในบางสถานีพบปริมาณโลหะหนักมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่ง จึงเป็นบริเวณที่ควรมีการติดตามการปนเปื้อนของโลหะหนักอย่างต่อเนื่อง เพื่อสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปขยายผลสู่การบริหารจัดการเพื่อการแก้ไขปัญหาต่อไปได้อย่างเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนด้านการวิจัยจากศูนย์วิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่ง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทีมนิสิตจากห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งแวดล้อมทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล และห้องปฏิบัติการวิจัยดินตะกอนและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการร่วมออกสำรวจภาคสนามและให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2548. **ดินตะกอน**. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา ณิศรา ถาวรโสตร์ พิชาศิษฐ์ แสงเมฆ และ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2556. **การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของปัจจัยชี้วัดมลภาวะทางน้ำในระบบนิเวศลุ่มน้ำท่าจีน: ผลศึกษาติดตามระยะยาวในรอบ 9 ปี**. บทคัดย่อการประชุมวิชาการ ประมง ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่, 4-6 ธันวาคม 2556.

จินตนันท์ วัชรสิงห์. 2557. **ศักยภาพของน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนต่อการรองรับปริมาณโลหะหนักบางประการ ตั้งแต่นครชัยศรีถึงปากแม่น้ำท่าจีน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยวรรณ นาคาชาติ. 2549. **การแพร่กระจายของแคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี ในตะกอนทะเลสาบสงขลา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ. 2549). 2550. **กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล**. ราชกิจจานุเบกษา, ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 124 ตอนที่ 11 ง.

วิมลพร ไวยนิภี จุฑามาศ รัตติกาลสุขะ และ รังสรรค์ ปิ่นทอง. 2556. **เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลสำหรับภูมิภาคอาเซียน**. การประชุมวิชาการอนามัยสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 5 การเตรียมความพร้อมด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมเพื่อเข้าสู่ประชาคมอาเซียน (AC) วันที่ 14-15 มกราคม 2556 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา.

อรอิงค์ เวชสิทธิ. 2551. **การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำดินตะกอนและพรรณไม้น้ำน้ำบางชนิด บริเวณแม่น้ำท่าจีน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Sukasem, W. 1989. **Improvement of Solvent Extraction Method for Trace Metals in Sea Water**. Master's thesis. Department of Marine Science. Graduate School. Chualonakon University.

Supaporn Buajan and Nathsuda Pumijumnong. 2010. **Distribution of heavy metals in mangrove sediment at the Tha Chin Estuary, Samut Sakhon province, Thailand**: J.Environ. Res. 32(2): 61-77.

United States Environmental Protection Agency. 2004. **EPA National Recommended Water Quality Criteria**: office of Science and Technology.

การเกิดจุดดำและการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ที่แช่ในสารสกัดจากส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอม

Black Spot Formation and Sensory Changes of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Treated with Black Mushroom Trimming Extract

ประภัสสร แสนธิ[1] จีรวรรณ มณีโรจน์[1] และ เปรมวดี เทพวงศ์[1*]

Praphatsorn santhi[1], Jirawan Maneerote[1] and Pramvadee Tepwong[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดจุดดำและการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดจากส่วนเหลือของการตัดแต่งเห็ดหอมที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นระยะเวลา 30 นาที โดยแช่กุ้งขาวในสารสกัดเห็ดหอมทันทีและแช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับและเก็บรักษาในน้ำแข็งเป็นเวลา 7 วัน ผลการศึกษาพบว่า กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดเห็ดหอมภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับมีค่าคะแนนการเกิดจุดดำและค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมดีกว่ากุ้งขาวที่แช่ทันทีในสารสกัดเห็ดหอม ($p \geq 0.05$) โดยกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดเห็ดหอมทันทีและแช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับสามารถชะลอการเกิดจุดดำได้เป็นระยะเวลา 6 และ 7 วันของการเก็บรักษา ตามลำดับ

ABSTRACT

This research aimed to study the black spot formation and sensory changes in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) treated with black mushroom trimming extract (BMTE) solution (1.5% (w/v)) for 30 min. The Pacific white shrimp was immersed in BMTE solution immediately and within 4 hours after the harvest and then stored in ice for 7 days. The results showed that the shrimp treated with BMTE solution within 4 hours after the harvest had better melanosis score and higher sensory score than shrimp treated with BMTE solution immediately ($p \geq 0.05$). Moreover, black spot formation in shrimp treated with BMTE solution immediately and shrimp treated with BMTE solution within 4 hours after the harvest were inhibited for up to 6 and 7 day, respectively, during ice storage.

[*]Corresponding author; e-mail address: **ffispdt@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, 10900

คำนำ

กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและการส่งออกของประเทศไทย โดยนิยมส่งออกในรูปแบบของกุ้งสดแช่เย็น กุ้งแช่แข็งและผลิตภัณฑ์แปรรูปกุ้ง ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมกุ้งจึงมีเป้าหมายในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับกุ้งให้ได้ผลผลิตเพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคและสามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นระยะเวลานาน โดยที่คุณภาพและคุณค่าทางอาหารมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

จุดดำ (black spot) คือ เมลานินที่พบในกุ้งและสัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียน เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ โดยมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase; PPO) เป็นสาเหตุหลัก โดยทั่วไปการเกิดจุดดำในกุ้งจะเริ่มภายใน 2-3 ชั่วโมงหลังการตายของกุ้ง โดยจะเริ่มจากบริเวณส่วนหัวที่เชื่อมกับอก (cephalothoraxes) และกระจายไปสู่ส่วนหาง และจะเห็นได้ชัดเจนหลังจากการเก็บรักษากุ้งในน้ำแข็งเป็นเวลา 2-4 วัน (Thepnuan *et al*., 2008) ดังนั้น โรงงานแปรรูปกุ้งส่วนใหญ่จึงมีการใช้สาร 4-hexylresorcinol หรือ สาร sodium metabisulphite (SMS) เพื่อชะลอหรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ในการเกิดจุดดำ โดยจะทำการแช่กุ้งขาวในสารดังกล่าวข้างต้นเมื่อกุ้งขาวมาถึงโรงงานแล้ว อย่างไรก็ตาม ถ้าในระหว่างการจับกุ้งมีการดำเนินการอย่างไม่เหมาะสมจะทำให้กุ้งขาวเกิดความเครียดหรือเกิดการบอบช้ำ ส่งผลให้การเกิดจุดดำและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในกุ้งขาวเกิดได้เร็วขึ้น

การเข้มงวดเกี่ยวกับการใช้สารเคมีในอาหารและการคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้นักวิจัยพยายามศึกษาหาสารสกัดจากธรรมชาติเพื่อเป็นสารทางเลือกในการรักษาคุณภาพของกุ้งขาว จากการตรวจเอกสาร พบว่า สารสกัดจากเห็ดเข็มทองและเห็ดหอม ทั้งจากส่วนที่บริโภคได้ ส่วนรากและฐาน และส่วนเหลือจากการตัดแต่งบริเวณก้านดอก โคน และส่วนที่ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการมีความสามารถในการชะลอการเกิดจุดดำ โดยมีรายงานว่า สารสกัดจากส่วนที่บริโภคได้ของเห็ดเข็มทองสามารถชะลอการเกิดจุดดำในกุ้งขาวที่วางไว้ในอุณหภูมิห้องได้เป็นเวลา 20 ชั่วโมง (Jang *et al*., 2003) Encarnacion *et al.* (2011; 2012) รายงานว่า การแช่กุ้งหลังจากจับกุ้งขึ้นจากบ่อพักทันทีในสารสกัดจากรากและส่วนเหลือของเห็ดเข็มทองสามารถลดค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในส่วนของ hemolymph และการแสดงออกของ *pro*PPO gene ใน hemocytes ได้ นอกจากนี้ ประภัสสร และคณะ (2559b) พบว่า การแช่กุ้งขาวในสารสกัดจากส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอมที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) สามารถชะลอการเกิดจุดดำในกุ้งขาวที่เก็บรักษาในน้ำแข็งเป็นเวลา 7 วัน ได้ดีกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอมต่อการเกิดจุดดำและคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของกุ้งขาวที่แช่ทันทีและแช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอม

การเตรียมส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอมใช้วิธีการของประภัสสร และคณะ (2559) โดยนำส่วนเหลือจากการตัดแต่งดอกและก้านเห็ด รวมทั้งเห็ดที่ไม่ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นสุดท้ายร้อยละ 10 ± 5 จากนั้นบดให้เป็น

ผงละเอียด บรรจุใส่ถุงพอลิเอทีลีนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้ในขั้นตอนการเตรียมสารสกัดจากส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอม

การเตรียมสารสกัดจากส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอม

นำผงเห็ดหอมอบแห้งมาสกัดด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 70 โดยดัดแปลงวิธีการจาก Tepwong *et al.* (2012) นำสารสกัดที่ได้ไปทำแห้งแบบเยือกแข็งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการใช้ นำสารสกัดที่ได้มาละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีระดับความเข้มข้นตามที่ต้องการ

การวิเคราะห์ค่ากิจกรรมการยับยั้งเอนไซม์ PPO

วิเคราะห์ค่ากิจกรรมการยับยั้งเอนไซม์ PPO ตามวิธีของ Nirmal and Benjakul (2009) คือ นำสารสกัดจากการตัดแต่งเห็ดหอมที่ระดับความเข้มข้นเริ่มต้นร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) มาทำปฏิกิริยากับ crude PPO ที่สกัดจากส่วนหัวที่เชื่อมกับอกของกุ้งขาว โดยมีระดับความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ตามลำดับ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 475 นาโนเมตร ทุกๆ 30 วินาที เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาคำนวณค่าการยับยั้งเอนไซม์ PPO

การแช่กุ้งขาวในสารสกัดจากส่วนเหลือของการตัดแต่งเห็ดหอม

ทำการจับกุ้งขาวขึ้นจากบ่อเลี้ยงของเกษตรกรที่ผ่านมาตรฐาน GAP ในอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร แล้วนำกุ้งขาวมาพักในถังพักเป็นเวลา 10 นาที เพื่อลดความเครียดหลังจากการจับ ควบคุมอุณหภูมิน้ำในถังพักให้ได้ประมาณ 28 องศาเซลเซียส โดยการเติมน้ำแข็งและให้อากาศอยู่ตลอดเวลา จากนั้นทำการคัดเลือกกุ้งขาวขนาด 70-80 ตัว/กิโลกรัม อย่างรวดเร็ว แล้วแบ่งกุ้งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ 1) กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันที และ 2) กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีวิธีการดังนี้

1) กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีหลังการจับ โดยนำกุ้งขาวขึ้นจากบ่อพักและแช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นระยะเวลา 30 นาที (ประภัสสร และ เปรมวดี, 2558; ประภัสสร และคณะ, 2559a) กำหนดให้อัตราส่วนของกุ้งขาวต่อสารละลายสารสกัดฯ เห็ดหอมเท่ากับ 1:2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) และควบคุมอุณหภูมิน้ำให้ได้ประมาณ 28 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการกินอาหารและการเจริญเติบโตของกุ้งขาว; ชะลอ และคณะ, 2552) เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำกุ้งขาวขึ้นจากถังแช่และลดอุณหภูมิทันทีด้วยน้ำเย็นจัดเป็นเวลา 20 นาที แล้วสะเด็ดน้ำเป็นเวลา 3 นาทีและบรรจุกุ้งในถุงพอลิเอทิลีน ทำการขนส่งตัวอย่างกุ้งขาวมายังภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ โดยบรรจุตัวอย่างกุ้งขาวในกล่องพอลิสไตรีนที่บรรจุน้ำแข็ง ในอัตราส่วนกุ้ง/น้ำแข็ง 1:2 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)

2) กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ โดยการนำกุ้งขาวขึ้นจากบ่อพักแล้วลดอุณหภูมิกุ้งขาวทันทีด้วยน้ำเย็นจัดเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นสะเด็ดน้ำเป็นเวลา 3 นาทีและทำการขนส่งตัวอย่างกุ้งขาวมายังภาควิชาฯ ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมง โดยทำการบรรจุเช่นเดียวกับกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันที เมื่อกุ้งขาวมาถึงยังภาควิชาฯ ทำการแช่กุ้งขาวในสารสกัดฯ เห็ดหอมที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นระยะเวลา 30 นาที รักษาอุณหภูมิในห้องควบคุมอุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส (เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลางซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค; กิตตยา และ โสบุญชัย, 2545) เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำกุ้งขาวขึ้นจากถังแช่และทำการสะเด็ดน้ำเป็นเวลา 3 นาที แล้วบรรจุกุ้งในถุงพอลิเอทิลีน

โดยมีชุดควบคุม คือ กุ้งขาวที่แช่ในน้ำกลั่นเป็นระยะเวลา 30 นาที และกุ้งขาวที่แช่ในสารละลาย SMS (sodium metabisulphite) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.25 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นระยะเวลา 1 นาที (Nirmal and Benjakul, 2009)

นำตัวอย่างกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอม กุ้งขาวที่แช่ในน้ำกลั่น และกุ้งขาวที่แช่ในสารละลาย SMS ของทั้ง 2 ชุดการทดลองบรรจุในกล่องพอลิสไตรีนที่บรรจุน้ำแข็งในอัตราส่วน กุ้ง/น้ำแข็ง 1:2 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส โดยทำการเปลี่ยนน้ำแข็งทุกวัน จากนั้นติดตามการเกิดจุดดำและการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของกุ้งขาว

การวิเคราะห์ค่าคะแนนการเกิดจุดดำ (Melanosis score) และการบันทึกภาพการเปลี่ยนแปลงการเกิดจุดดำในกุ้งขาว

นำกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอม กุ้งขาวที่แช่ในน้ำกลั่น และกุ้งขาวที่แช่ในสารละลาย SMS ของทั้ง 2 ชุดการทดลองมาทำการประเมินการเกิดจุดดำในแต่ละวันของการเก็บรักษา โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 6 คน ที่ผ่านการฝึกฝนให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนแปลงการเกิดจุดดำในกุ้งขาว ตั้งแต่ไม่พบจุดดำในกุ้งขาวจนถึงยอมรับไม่ได้ ทำการเปรียบเทียบกับค่าคะแนนจุดดำมาตรฐานที่จัดทำไว้ก่อนหน้าแล้ว (10-point scoring) (ประภัสสร และเปรมวดี, 2558) โดยคะแนน 0 คือ ไม่พบจุดสีดำบริเวณส่วนหัวและรยางค์ของกุ้งขาว 2 คือ พบจุดดำเล็กน้อยบริเวณส่วนหัวและรยางค์ 4 คือ พบจุดดำในปริมาณไม่มากบริเวณส่วนหัวและรยางค์ 6 คือ พบจุดดำปานกลางปกคลุมบริเวณส่วนหัวและรยางค์ 8 คือ พบจุดสีดำปกคลุมบริเวณส่วนหัวและรยางค์เกือบทั้งหมด และ 10 คือ ยอมรับไม่ได้ เมื่อค่าคะแนนมากกว่า 5 คะแนน แสดงว่าผู้ทดสอบไม่ยอมรับตัวอย่าง และทำการบันทึกภาพการเปลี่ยนแปลงการเกิดจุดดำทุกวัน โดยการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอลยี่ห้อ Samsung รุ่น PL170 (Samsung C&T (Thailand) Co., Ltd.) เป็นเวลา 7 วัน

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งขาวโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale (Meilgaard *et al*., 1990) ในปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวม เมื่อพิจารณาจากสี กลิ่นและลักษณะปรากฏ เมื่อค่าคะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด 8 คือ ชอบมาก 7 คือ ชอบปานกลาง 6 คือ ชอบเล็กน้อย 5 คือ เฉยๆ 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง 2 คือ ไม่ชอบมาก และ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด โดยทำการนึ่งกุ้งขาวทั้งตัวเป็นเวลา 10 นาที แล้วให้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คนทำการประเมิน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าสังเกต โดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบค่าการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ PPO

การวิเคราะห์ค่าการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ PPO เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดฯ เห็ดหอมในการยับยั้งเอนไซม์ PPO ที่ส่งผลต่อการเกิดจุดดำ โดยรายงานผลเป็นค่าความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ PPO

คือ เมื่อค่า PPO inhibition (%) เพิ่มขึ้น แสดงว่าสารสกัดฯ เห็ดหอมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้น

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดฯ เห็ดหอมเพิ่มขึ้น ค่า PPO inhibition (%) จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20.31 – 43.75 % (Figure 1) การที่สารสกัดฯ เห็ดหอมสามารถยับยั้งเอนไซม์ PPO ได้นั้นอาจเนื่องมาจากสารสกัดฯ เห็ดหอมประกอบไปด้วยสารประกอบหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอลิก ซึ่งประภัสสร และคณะ (2559b) รายงานว่า สารสกัดฯ เห็ดหอมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 6.57 mg gallic acid equivalent/100g dry basis รวมทั้งสาร ergothioneine ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Tepwong *et al.* (2012) ที่ตรวจสอบปริมาณสาร ergothioneine ใน mycelium ของเห็ดจำนวน 14 ชนิด ด้วยวิธี LC-MS พบว่า mycelium ของเห็ดหอมมีปริมาณสาร ergothioneine สูงที่สุด คือ 3.45 ± 0.09 mg/g dry weight โดยกลไกการยับยั้งเอนไซม์ PPO สันนิษฐานว่าเกิดจากสารประกอบฟีนอลิกเข้าทำปฏิกิริยาที่บริเวณ active site ของเอนไซม์ส่งผลให้เอนไซม์ PPO เกิดการรวมตัวหรือสูญเสียประสิทธิภาพในการทำงาน (Nirmal and Benjaku, 2009) และสาร ergothioneine ซึ่งจัดเป็นตัวยับยั้งแบบไม่แข่งขัน (non-competitive inhibitor) อาจเข้าจับกับเอนไซม์ PPO บริเวณอื่นที่ไม่ใช่บริเวณ active site หรือทำหน้าที่จับโลหะ Cu^{2+} บริเวณ binding site ส่งผลให้เอนไซม์ PPO ทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้นได้น้อยลง (Park *et al*., 2006; Encarnacion *et al*., 2012) เมื่อเอนไซม์ PPO ทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้นได้น้อยลง ค่า PPO inhibition (%) จึงเพิ่มขึ้น

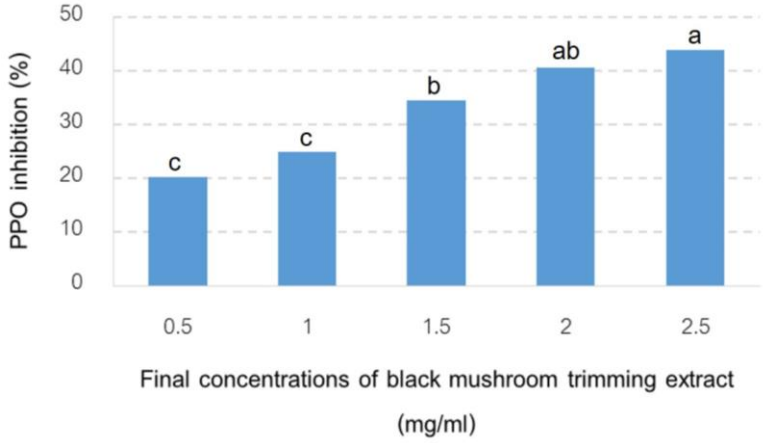


Figure 1 The PPO inhibition (%) of black mushroom trimming extract of different concentration. The different letters on the bars indicate significant difference (p<0.05).

ผลของกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีและแช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับต่อค่าคะแนนการเกิดจุดดำและการเปลี่ยนแปลงการเกิดจุดดำ

ผลการทดสอบค่าคะแนนการเกิดจุดดำในกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีและแช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ (Figure 2) พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอม กุ้งขาวที่แช่ในน้ำกลั่น และกุ้งขาวที่แช่ในสารละลาย SMS ของทั้ง 2 ชุดการทดลองไม่มีจุดดำเกิดขึ้น แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าคะแนนการเกิดจุดดำเพิ่มขึ้นในทุกตัวอย่าง กุ้งขาวที่แช่ในน้ำกลั่นมีค่าคะแนนการเกิดจุดดำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมและกุ้งขาวที่แช่ในสารละลาย SMS มีค่าคะแนนการเกิดจุดดำเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตามลำดับ โดยกุ้งขาวที่แช่ทันทีมีค่าคะแนนการเกิดจุดดำสูงกว่า

กุ้งขาวที่แช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ อย่างไรก็ตาม ค่าคะแนนการเกิดจุดดำในกุ้งขาวที่แช่ทันทีและกุ้งขาวที่แช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับแตกกันอย่างไม่มีนัยสำคัญจนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ($p \geq 0.05$)

จากการบันทึกภาพกุ้งขาวในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการเกิดจุดดำ พบว่ากุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ และกุ้งขาวที่แช่ในสารละลาย SMS ทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีจุดดำเกิดขึ้นเล็กน้อยบริเวณส่วนหัวและรยางค์ของกุ้ง ในขณะที่กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีและกุ้งขาวที่แช่ในน้ำกลั่นทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีจุดดำเกิดขึ้นปกคลุมบริเวณส่วนหัวและรยางค์ของกุ้ง (Figure 3) สาเหตุที่ทำให้กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีมีการเกิดจุดดำมากกว่ากุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ อาจเนื่องมาจากการใช้น้ำเย็นจัดในการลดอุณหภูมิของกุ้งขาว ทำให้เกิดการชะล้างสารสกัดฯ เห็ดหอมออกไปบางส่วน ส่งผลให้สารสกัดฯ เห็ดหอมทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ PPO ในการเกิดจุดดำจึงลดลง

กลไกการชะลอการเกิดจุดดำของกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีจะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหายใจ โดยกุ้งจะมีการดูดซึมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในสารสกัดฯ เห็ดหอม เช่น สาร ergothioneine หรือสารประกอบฟีนอลลิกผ่านเข้าทางเหงือกและสะสมอยู่ใน hemolymph ของกุ้งขาวก่อนลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ (Encarnacion *et al*., 2012) ส่วนกลไกการชะลอการเกิดจุดดำของกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ สันนิษฐานว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจะค่อยๆ ซึมเข้าไปในตัวกุ้งในระหว่างการแช่ ส่งผลให้เอนไซม์ PPO ในกุ้งอาจจะเกิดการรวมตัวหรือสูญเสียประสิทธิภาพในการทำงาน ทำให้การเกิดจุดดำเกิดได้ช้าลง

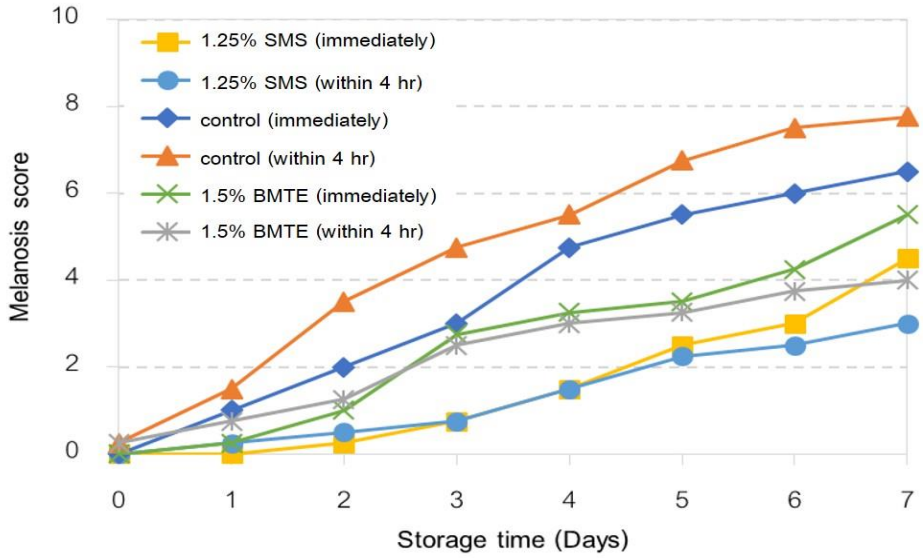


Figure 2 Melanosis score of Pacific white shrimp during 7 days of iced storage (n = 6). control: distilled water; 1.5% BMTE: 1.5% black mushroom trimming extract (w/v); 1.25% SMS: 1.25% sodium metabisulphite (w/v); immediately: shrimp treated with BMTE solution immediately after the harvest; within 4 hr: shrimp treated with BMTE solution within 4 hours after the harvest

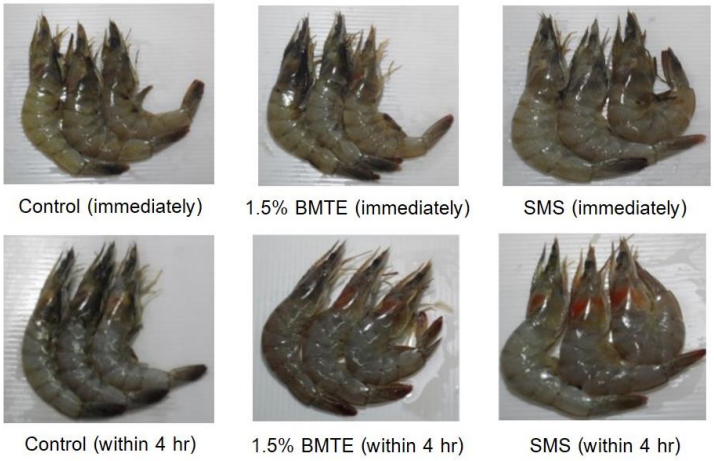


Figure 3 Photographs of Pacific white shrimp after 7 days of iced storage. Key see the caption for Figure 2.

ผลของกุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีและแช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบจำนวน 20 คน พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอม มีค่าคะแนนด้านความชอบโดยรวมต่ำกว่ากุ้งขาวที่แช่ในสารละลาย SMS และน้ำกลั่น ซึ่งอาจเนื่องมากจากสารสกัดฯ เห็ดหอมมีสีและกลิ่นที่มีลักษณะเป็น sulfurous smell ของสาร 1, 2, 4 - trithiolane (Hiraide *et al.,* 2004) จึงส่งผลต่อลักษณะปรากฏของกุ้งขาว และในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่า คุณลักษณะของกุ้งขาวมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่งผลให้ค่าคะแนนด้านความชอบโดยรวมมีค่าลดลง อย่างไรก็ตาม กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงและกุ้งขาวที่แช่ในสารละลาย SMS ในทั้ง 2 ชุดการทดลองมีค่าคะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงสุดและอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ ($p \geq 0.05$) (table 1) ดังนั้น กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีและแช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ ไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกุ้งขาว

Table 1 Sensory score (overall acceptability) of Pacific white shrimp treated with black mushroom trimming extract

Treatment		Day 0	Day 7
Immediately	1.25% SMS	7.60 ± 0.52 aA	6.22 ± 1.09 aB
	Control	6.70 ± 0.67 abcA	3.78 ± 1.36 bB
	1.5% BMTE	5.80 ± 1.55 cA	4.67 ± 1.66 cA
Within 4 hr	1.25% SMS	7.10 ± 0.99 abA	6.44 ± 0.73 aA
	Control	7.00 ± 1.33 abA	3.25 ± 1.39 bB
	1.5% BMTE	6.20 ± 1.14 bcA	6.11 ± 1.17 aA

The different letters in the same column within the same storage time indicate the significant differences ($p<0.05$).

The different capital letters in the same row within the same treatment indicate significant differences ($p<0.05$).

Values are mean ± standard deviation (n = 20).

Key see the caption for Figure 2.

สรุป

กุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมทันทีและแช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ มีค่าคะแนนการเกิดจุดดำและค่าคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตาม กุ้งขาวที่แช่ภายในระยะเวลา 4 ชั่วโมงหลังการจับ มีค่าคะแนนการเกิดจุดดำต่ำกว่าและมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่ากุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ ทันที

ดังนั้น กุ้งขาวที่เก็บรักษาในน้ำแข็งเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมงก่อนการนำไปแช่ในสารสกัดฯ เห็ดหอมที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5% (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นระยะเวลา 30 นาที สามารถชะลอการเกิดจุดดำได้ดีกว่ากุ้งขาวที่แช่ในสารสกัดฯ ทันทีหลังการจับกุ้ง

เอกสารอ้างอิง

กิตตยา สมยาภักดี และ โสบุญชัย กิตติเสรีบุตร. 2545. **อาหารแช่เย็น** (Chilled Foods). (E-Center). ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ชลอ ลิ้มสุวรรณ, นิติ ชูเชิด, สุธี วงศ์มณีประทีป, สาธิต ประเสริฐศรี, เกศินี หลายสุทธิสาร, ปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์ และ แก้วตา ลิ้มเฮง. 2552. ผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*). **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาประมง** 337-345.

ประภัสสร แสนธิ และ เปรมวดี เทพวงศ์. 2558. ผลของสารสกัดจากส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอมต่อการเกิดจุดดำและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกุ้งขาวระหว่างการเก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง. **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 (สาขาประมง)** 1192-1202.

ประภัสสร แสนธิ, จีรวรรณ มณีโรจน์ และ เปรมวดี เทพวงศ์. 2559a. การแช่กุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) หลังการจับในสารสกัดจากส่วนเหลือจากการตัดแต่งเห็ดหอมต่อการชะลอการเกิดจุดดำ. **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54 (สาขาประมง)** 719-726.

ประภัสสร แสนธิ, จีรวรรณ มณีโรจน์ และ เปรมวดี เทพวงศ์. 2559b. การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสของสารสกัดจากการตัดแต่งเห็ดชนิดต่างๆ และการประยุกต์ใช้ในกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) เพื่อยับยั้งการเกิดเมลาโนซิส. **วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 24(2): 207-217.

Encarnacion, A. B., F. Fagutao, J. Hirayama, M. Terayama, I. Hirono and T. Ohshima. 2011. Edible Mushroom (*Flammulina velutipes*) Extract Inhibits Melanosis in Kuruma Shrimp (*Marsupenaeus japonicus*). **Journal of food science** 76: 52-58.

Encarnacion, A. B., F. Fagutao, O. Jintasataporn, W. Worawattanamateekul, I. Hirono and T. Ohshima. 2012. Application of ergothioneine-rich extract from an edible mushroom *Flammulina velutipes* for melanosis prevention in shrimp, *Penaeus monodon* and *Litopenaeus vannamei*. **Food research international** 45: 232–237.

Hiraide, M., Y. Miyazaki and Y. Shibata. 2004. The smell and odorous components of dried shiitake mushroom, *Lentinula edodes* I: relationship between sensory evaluations and amounts of odorous components. **J Wood Sci** 50: 358-364.

Jang, M. S., A. Sanada, H. Ushio, M. Tanaka and T. Ohshima. 2003. Inhibitory effect of enokitake extract on melanosis of shrimp. **Fisheries Sci.** 69; 379–384.

Meilgaard, M., G. V. Civille and B. T. Carr. 1990. **Sensory evaluation techniques. Florida.** USA: CRC Press, Inc

Nirmal, N. P. and S. Benjakul. 2009. Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. **Food Chemistry** 116: 323-331.

Park, Y., Y. Lyou, H. Hahn, M. Hahn and J. Yang. 2006. Complex inhibition of tyrosinase by thiolcomposed Cu^{2+} chelators: A clue for designing whitening agents. **J. Biomol. Struct. Dyn.** 24: 131–137

Thepnuan, R., S. Benjakul and W. Visesssanguan. 2008. Effect of pyrophosphate and 4-hexylresorcinol pretreatment on quality of refrigerated white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) kept under modified atmosphere packaging. **J. Food Sci.** 73: 124–133.

Tepwong, P., A. Giri, F. Sasaki, R. Fukui and T. Ohshima. 2012. Mycobial enhancement of ergothioneine by submerged cultivation of edible mushroom mycelia and its application as an antioxidative compound. **Food Chemistry** 131: 247-258.

สถานภาพของหอยมือเสือในแนวปะการังหมู่เกาะสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

Status of Giant Clams in the coral reefs at Sattahip Islands, Chonburi Province

กิติธร สรรพานิช[1*] ธีระพงศ์ ด้วงดี[2] และ อัญชลี จันทร์คง[3]

Kitithorn Sanpanich[1*], Teerapong Duangdee[2], and Aunchalee Chankong[3]

บทคัดย่อ

สถานภาพของหอยมือเสือบริเวณแนวปะการังหมู่เกาะสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ในปีพ.ศ. 2556-2557 จำนวน 22 สถานี พบว่า *Tridacna squamosa* มีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดที่เกาะขามทิศเหนือจำนวน 8.3±0.7 ตัว/100 ม^2 และน้อยที่สุดที่เกาะแรดทิศตะวันออกจำนวน 0.1±0.3 ตัว/100 ม^2 สำหรับ *Tridacna crocea* จะมีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดที่หาดลูกลม เกาะแสมสารจำนวน 25.4±0.4 ตัว/100 ม^2 น้อยที่สุดที่หาดเทียน เกาะแสมสารคือจำนวน 0.1±0.3 ตัว/100 ม^2 *T. squamosa* จะมีขนาดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 18.4±0.6 - 37.2±1.8 ซม. *T. crocea* จะมีขนาดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.6±1.1 - 15.7±1.9 ซม. ความหนาแน่นของ *T. squamosa* และ *T. crocea* ต่างก็มีความสัมพันธ์ทั้งเชิงบวกและเชิงลบกับสัดส่วน (%) ของปริมาณปะการังในรูปทรงต่างๆเกือบทุกชนิดรวมทั้งปะการังตายและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

ABSTRACT

Assessment on the status of Giant Clams : Family Tridacnidae along the coral reefs at Sattahip Islands, Chonburi Province was conducted in 22 stations during the year 2013-2014. The maximum mean density of *Tridacna squamosa* was 8.3±0.7 ind./100 m^2 at the north of Karm Island whereas the minimum was 0.1±0.3 ind./100 m^2 at the east of Rad Island. The maximum mean density of *Tridacna crocea* was 25.4±0.4 ind./100 m^2 at the Look-Lom beach, Samaesarn Island whereas the minimum was 0.1±0.3 ind./100 m^2 at the Tien beach, Samaesarn Island. The mean size of T. squamosal was between 18.4±0.6 - 37.2±1.8 cm whereas the mean size of T. crocea was between 8.6±1.1 - 15.7±1.9 cm. From the densities of mollusks and the percentage proportion of coral forms, dead corals and other organisms showed the positive and negative correlation in both species.

Keywords: status of giant clam, *Tridacna squamosa*, *Tridacna crocea*, coral reefs, Gulf of Thailand.

*Corresponding author; e-mail address: **kitithor@buu.ac.th**

[1]สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

[1]Institute of Marine Science, Burapha University, Chonburi 20131

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3]ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก

[3]Marine and coastal resources research and development center the Eastern Gulf of Thailand.

คำนำ

หอยครอบครัว Tridacnidae หรือที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อ หอยมือเสือ และหอยมือแมว นับเป็นสัตว์ที่ความสำคัญกับระบบนิเวศแนวปะการัง หอยมือเสือในปัจจุบันมี 2 สกุล คือ Tridacna และ Hippopus ที่พบว่ายังมีชีวิตอยู่มี 10 ชนิดได้แก่ *Tridacna gigas* (Linnaeus, 1758), *Tridacna derasa* (Röding, 1798), *Tridacna squamosa* Lamarck, 1819, *Tridacna maxima* Röding, 1798, *Tridacna crocea* Lamarck, 1819, *Tridacna mbalavuana* Ladd, 1934, *Tridacna rosewateri* Sirenko & Scarlato, 1991, *Hippopus hippopus* (Linnaues, 1758), *Hippopus porcellanus* Rosewater, 1982 (Lewis and Ledua, 1988; Lucas, 1988; Lucas et al., 1990,1991) และชนิดที่มีรายงานล่าสุดคือ *Tridacna squamosina* Sturrany, 1899 (Huber and Eschner, 2011) หอยมือเสือเป็นหนึ่งในจำนวนสัตว์น้ำที่ได้รับการขึ้นบัญชีในรายชื่อสัตว์และพืชที่ใกล้สูญพันธุ์หรือหายากในอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดของสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้จะสูญพันธุ์ หรือ CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) (Othman et al., 2010) และจัดอยู่ในบัญชีสัตว์สงวนและคุ้มครองประเภท 2 ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 ของประเทศไทย ในประเทศไทยสามารถพบหอยมือเสือได้ทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (Kittiwatanawong, 1997) จำนวนประชากรหอยมือเสือในน่านน้ำไทยในปัจจุบันมีเหลืออยู่ค่อนข้างน้อย เนื่องจากหอยมือเสือมีแหล่งอาศัยอยู่ตามแนวปะการังที่มีระดับน้ำไม่ลึกเพราะต้องอาศัยแสงสว่างในการดำรงชีพเพื่อให้สาหร่ายซึ่งอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของมันสามารถสังเคราะห์แสงได้ จึงทำให้หอยมือเสือถูกจับขึ้นมาได้ง่าย นับตั้งแต่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้มีพระราชดำริในการดำเนินงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ. สธ.) เป็นครั้งแรกในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2535 และได้พระราชทานพระราชดำริเป็นแนวทางดำเนินงานอย่างต่อเนื่องมาเป็นลำดับจนถึงปัจจุบัน และทรงรับสั่งให้ดำเนินการศึกษาทรัพยากรชีวภาพบนเกาะแสมสาร และเกาะใกล้เคียง โดยให้ดำเนินการตั้งแต่ยอดเขาจนถึงใต้ทะเล คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินโครงการวิจัยนี้เพื่อศึกษาสถานภาพของหอยมือเสือบริเวณแนวปะการังหมู่เกาะสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เพื่อเป็นการสนองพระราชดำริในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และข้อมูลจากการศึกษาสามารถนำไปพัฒนาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางทะเลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

ในปีงบประมาณ 2556 ดำเนินการศึกษาหอยมือเสือและสถานภาพของแนวปะการัง จำนวน 12 สถานี ดังนี้ A เกาะขามทิศเหนือ, B เกาะขามทิศใต้, C เกาะปลาหมึกทิศตะวันออก, D เกาะปลาหมึกทิศตะวันตก, E เกาะแรดทิศเหนือ, F เกาะแรดทิศตะวันออก, G หาดเทียน เกาะแสมสาร, H หาดลูกลม เกาะแสมสาร, I เกาะจระเข้ ทิศตะวันออก, J เกาะจระเข้ ทิศตะวันตก, K หาดเตย เกาะแสมสาร, L หาดกรวด เกาะแสมสาร และในปีงบประมาณ 2557 ศึกษาจำนวน 10 สถานี ดังนี้ M เกาะฉางเกลือ ตะวันออก, N เกาะโรงหนัง ตะวันออก, O เกาะโรงโขน ตะวันตก, P เกาะจวง ตะวันออก, Q เกาะจาน เหนือ, R เกาะจาน ตะวันออก, S เกาะคราม ตะวันตก (หาดพุดซาวัน), T เกาะคราม ตะวันออก (หาดหน้าบ้าน), U เกาะครามน้อย ตะวันตก, V เกาะอีร้า ตะวันตก ซึ่งเป็นพื้นที่ภายใต้โครงการ อพ.สธ. ทำการสำรวจโดยการดำน้ำแบบ SCUBA เพื่อเก็บข้อมูลของหอยและปะการังโดยใช้เทคนิค Line Intercept Transect (English et al., 1994) ตำแหน่งเขตแนวปะการังที่ศึกษาคือ บนเขตแนว

ลาดชัน (reef slope) หรือเขตแนวไหล่ (reef edge) หรือส่วนของเขตแนวพื้นราบส่วนหน้า (outer reef flat) ซึ่งถือว่าเป็นตำแหน่งที่ปะการังมีโอกาสอยู่ในสภาพดีที่สุด ใช้เส้นเทปความยาว 30 เมตร จำนวน 3 เส้น (ซ้ำ) วางเหนือพื้นแนวปะการังเป็นเส้นตรงในแนวขนานกับขอบแนวปะการัง แต่ละเส้นห่างกันประมาณ 5 เมตร ทำการบันทึกความลึกที่พบหอย, วัดขนาด, นับจำนวน, ทำเครื่องหมายหอยมีชีวิตทุกตัวที่พบจากการดำน้ำแบบ SCUBA แบบสุ่ม (random) เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในด้านต่างๆ เช่น ความถี่ของขนาดประชากร (size frequency), ความหนาแน่นของหอยต่อพื้นที่ (Gilbert et al., 2006) วิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันของชนิดของหอยที่พบในแต่ละพื้นที่สำรวจโดยวิธี Hierarchical cluster analysis และ Non-metric Multidimensional scaling ส่วนการศึกษาสถานภาพปะการังนั้นดำเนินการโดย บันทึกระยะความยาวที่เส้นเทปตัดพาดผ่านสิ่งต่าง ๆ บนพื้น ได้แก่ ปะการังที่มีชีวิต (บอกละเอียดถึงระดับชนิด) ปะการังตาย สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ พื้นทราย และพื้นหิน เป็นต้น นำค่าความยาวที่วัดได้มาแปลผลเป็นปริมาณครอบคลุมพื้นที่ ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่าปะการังหรือสิ่งต่าง ๆ ที่บันทึกนั้นกระจายอยู่หนาแน่นมากน้อยเพียงไร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาสถานภาพหอยมือเสือ

จากการออกปฏิบัติการสำรวจหอยมือเสือในพื้นที่ศึกษา 22 สถานีพบการแพร่กระจายของหอยมือเสือ (*T. squamosa*) และหอยมือแมว (*T. crocea*) เป็นการกระจายอยู่เป็นตัวเดี่ยวๆ ในแนวปะการัง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการลงเกาะของตัวอ่อนของหอยมือเสือและหอยมือแมวเองตามธรรมชาติ ซึ่งจะพบว่าไม่มีการลงเกาะเป็นโคโลนีเหมือนปะการัง ดังตารางที่ 1 และ 2

Table 1 Densities and mean size of giant clams in each sites (2013)

Sites	*T. squamosa*			*T. crocea*		
	number	number/100m^2	Mean size (cm.)	number	number/100m^2	Mean size (cm.)
A	75	8.3±0.7	28.4±0.7	90	15.6±0.8	11.7±0.3
B	4	0.4±0.2	18.4±0.6	0	0	0
C	33	3.7±0.5	28.9±1.1	118	13.1±0.5	12.1±0.4
D	8	0.9±0.1	31.3±1.9	3	0.3	15.7±1.9
E	6	0.7±0.2	23.7±2.5	0	0	0
F	1	0.1±0.3	25.5	3	0.3	15.5±0.8
G	3	0.3±0.3	28.7±3.2	1	0.1±0.3	13.0
H	17	1.9±0.1	23.3±2.0	229	25.4±0.4	10.9±0.2
I	59	6.6±0.6	27.3±1.2	11	1.2±0.1	10.1±1.5
J	19	2.1±0.1	22.3±1.4	8	0.9±0.3	8.6±1.1
K	2	0.3	24.5±0.5	0	0	0
L	6	1.0±0.3	25.0±3.8	0	0	0

Table 2 Densities and mean size of giant clams in each sites (2014)

Sites	*T. squamosa*			*T. crocea*		
	number	number/100m^2	Mean size (cm.)	number	number/100m^2	Mean size (cm.)
M	14	1.6±0.4	30.4±2.4	0	0	0
N	14	1.6±0.2	24.4±2.3	30	3.3±0.3	12.5±0.4
O	24	2.7±0.9	37.2±1.8	9	1.0±1.0	15.2±1.7
P	4	0.4±0.3	27.9±3.7	0	0	0
Q	41	4.6±0.4	29.2±1.3	24	2.7±0.9	11.3±0.8
R	22	2.4±0.7	28.7±1.7	14	1.6±0.7	11.6±0.7
S	4	0.4±0.7	20.5±3.8	0	0	0
T	48	5.3±0.2	27.8±1.6	4	0.4±0.7	13.3±1.0
U	32	3.6±0.4	24.6±1.5	0	0	0
V	44	4.9±0.4	26.1±1.1	8	0.9±0.5	14.5±1.1

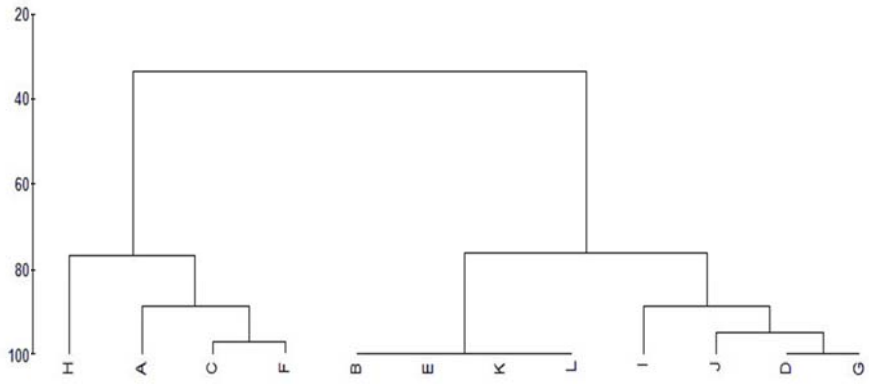


Figure 1 The similarity of giant clams densities from each sites (2013)

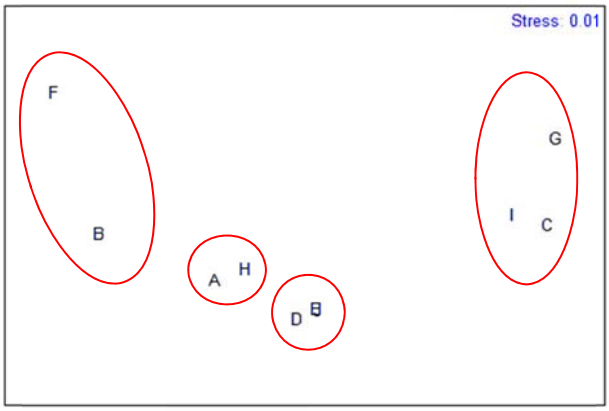


Figure 2 The result of Non-metric Multidimensional scaling from living corals, dead corals and giant clams densities.(2013)

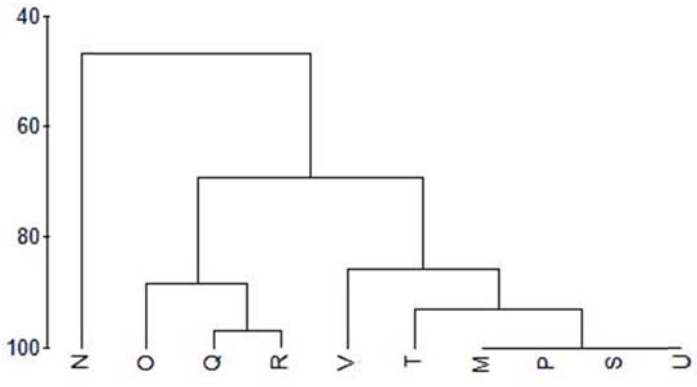


Figure 3 The similarity of giant clams densities from each sites (2014)

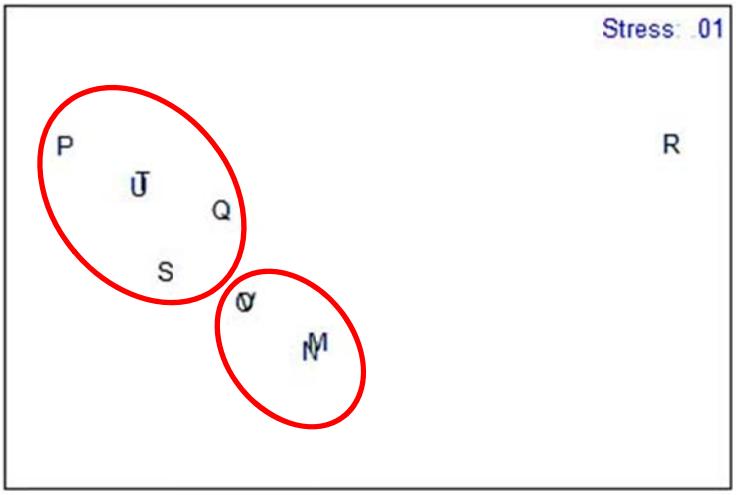


Figure 4 The result of Non-metric Multidimensional scaling from living corals, dead corals and giant clams densities.(2014)

Table 3 The correlation of giant clams densities and the (%) proportion of coral forms, dead corals and other organisms. (2013)

		Acrobranch	submass	other
T.squamosa	Pearson Correlation	-.983*	1.000**	.940**
	Sig. (2-tailed)	.017	.	.001
	N	4	2	8
T.crocea	Pearson Correlation	-.580	1.000**	-.070
	Sig. (2-tailed)	.420	.	.895
	N	4	2	6

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Table 4 The correlation of giant clams densities and the (%) proportion of coral forms, dead corals and other organisms. (2014) (DC = dead coral, OT = other organisms, AcroB = Acropora branching coral, AcroT = Acropora table coral, Branch = branching coral, encrust = encrusting coral, plate = plated coral, fungia = fungia coral, submass = submassive coral)

		DC	OT	AcroB	AcroT	Branch	encrust	plate	fungia	submass
T.squamosa	Pearson Correlation	.527	.342	.511	.417	.346	.192	.175	.027	.088
	Sig. (2-tailed)	.118	.334	.131	.231	.327	.596	.628	.940	.809
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
T.crocea	Pearson Correlation	-.081	.271	-.174	-.257	.070	-.062	-.157	.596	-.414
	Sig. (2-tailed)	.823	.449	.630	.474	.848	.864	.666	.069	.235
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10

สรุป

เนื่องจากในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาได้มีการนำหอยมือเสือมาปล่อยในบริเวณแนวปะการังของพื้นที่ศึกษาบางแห่งเช่น เกาะขาม เกาะปลาหมึก และเกาะแสมสารแต่ก็ไม่เคยมีการรายงานว่าปัจจุบันคงเหลือหอยมือเสือจากการปล่อยอยู่เป็นจำนวนเท่าใด ดังนั้นในการศึกษาสถานภาพของหอยมือเสือบริเวณแนวปะการังหมู่เกาะสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ในปีพ.ศ. 2556-2557 จำนวน 22 สถานี ในครั้งนี้จึงนับได้ว่าเป็นการสำรวจปริมาณของมือเสือทั้งที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติ (ซึ่งอาจสังเกตุได้จากขนาดและความเก่าของเปลือก) และหอยมือเสือที่มาจากการปล่อย (หอยจะมีขนาดโตใกล้เคียงกัน และจะวางอยู่ใกล้ๆกัน เป็นกลุ่ม) นั่นเอง จากการสำรวจพบว่า *Tridacna squamosa* มีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดที่เกาะขามทิศเหนือจำนวน 8.3±0.7 ตัว/100 ม^2 และน้อยที่สุดที่เกาะแรดทิศตะวันออกจำนวน 0.1±0.3 ตัว/100 ม^2 สำหรับ *Tridacna corcea* จะมีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดที่หาดลูกลม เกาะแสมสารจำนวน 25.4±0.4 ตัว/100 ม^2 น้อยที่สุดที่หาดเทียน เกาะแสมสารคือจำนวน 0.1±0.3 ตัว/100 ม^2 *T. squamosa* จะมีขนาดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 18.4±0.6 - 37.2±1.8 ซม. *T. crocea* จะมีขนาดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.6±1.1 - 15.7±1.9 ซม. และไม่พบ *T. crocea* 8 สถานีคือ เกาะขามทิศใต้, เกาะแรด ทิศเหนือ, หาดเตย เกาะแสมสาร, หาดกรวด เกาะแสมสาร, เกาะฉางเกลือ ทิศตะวันออก, เกาะจวง ทิศตะวันออก, เกาะคราม ทิศตะวันตกและเกาะครามน้อย ทิศตะวันตก แนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสารมีลักษณะเป็นแนวปะการังที่ก่อตัวตามริมชายฝั่งของเกาะ (Fringing reef) ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพเสียหายถึงเสียหายมาก มีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่แนวปะการังเพียง 16.1% และมีปะการังตายสูงถึง 58.5±17.0% เกาะที่มีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่อยู่สูงกว่าเกาะอื่น ๆ คือ ประมาณ 30% ได้แก่ สถานี K เกาะจระเข้ด้านทิศตะวันออก และสถานี C เกาะปลาหมึกด้านทิศตะวันออก ส่วนเกาะที่มีปะการังตายปกคลุมพื้นที่อยู่สูงที่สุด คือ สถานี U เกาะครามน้อยด้านทิศตะวันตก มีปะการังตายถึง 85% เมื่อได้นำผลการศึกษาเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของความหนาแน่น

ของหอยมือเสือและหอยมือแมวกับปะการังมีชีวิตและปะการังตายในแต่ละสถานีโดยวิธี Hierarchical cluster analysis และการวิเคราะห์ Non-metric Multidimensional scaling พบว่าแสดงผลสอดคล้องกันโดยมีการจัดกลุ่มสถานีต่างๆ ออกเป็น 3-4 กลุ่มแต่เมื่อวิเคราะห์ผลแล้วพบว่าแต่ละกลุ่มยังไม่สามารถบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ของปะการังกับจำนวนหอยมือเสือได้เลย และเมื่อทำการหาความสัมพันธ์กันของความหนาแน่นของหอยมือเสือกับสัดส่วน (%) ของปริมาณปะการังในรูปทรงแบบต่างๆ จากปริมาณปะการังที่มีชีวิตทั้งหมดในแต่ละสถานี รวมทั้งค่าปริมาณปกคลุมพื้นที่ของปะการังที่มีชีวิต (LC) ปะการังตาย (DC) พื้นทราย (S) และพื้นหิน (R) และสิ่งอื่น ๆ (OT) ที่บริเวณขอบของแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสาร พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างทั้งหอยมือเสือกับสัดส่วน (%) ของปริมาณปะการังเขากวางโต๊ะ ปะการังกิ่ง ปะการังเคลือบ ปะการังแผ่น ปะการังเห็ดและปะการังกึ่งก้อน (submassive)และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (ปะการังอ่อน, สาหร่ายทะเล ฯลฯ) แต่อาจมีสัมพันธ์ทั้งเชิงลบและเชิงบวกกับปะการังเขากวางกิ่ง ส่วนหอยมือแมวนั้นจะมีสัมพันธ์เชิงบวกกับปะการังกึ่งก้อนเช่นกัน แต่มีสัมพันธ์เชิงลบกับปะการังเขากวางกิ่งและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ จากการเปรียบเทียบผลการศึกษาทั้งสองปีที่ผ่านมาพอจะสรุปได้ว่าการมีอยู่ของหอยมือเสือและหอยมือแมวนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์มากหรือน้อยของแนวปะการัง อาจจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับชนิดของปะการังได้บ้าง นั่นคือถ้าจะมีการปล่อยหอยมือเสือในอนาคตเพื่อการอนุรักษ์และขยายพันธุ์นั้น ควรปล่อยในแนวปะการังที่ค่อนข้างมีปะการังอยู่บ้าง แต่ไม่จำเป็นต้องมีความหลากหลายของปะการังมากก็ได้ ทั้งนี้เพื่อความสมดุลของระบบนิเวศนั่นเอง ในแนวปะการังที่พบหอยมือเสืออยู่น้อยหรือไม่พบเลยก็ไม่ควรไปปล่อยในที่นั้น ควรปล่อยในบริเวณที่มีหอยอยู่แล้วบ้างแต่อาจจะหายไปเนื่องจากถูกจับไปเป็นอาหารบ้างในหลายปีก่อนเช่น หาดลูกลม เกาะขามด้านทิศเหนือ ส่วนบริเวณอื่น ๆ นั้นก็สามารถปล่อยหอยมือเสือเพิ่มได้อีกมาก เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวยังสามารถรองรับหอยมือเสือได้อีกมาก

เอกสารอ้างอิง

English, S., Wilkinson, C. R., & Baker, V. (Eds.). (1994). **Survey manual for tropical marine 0resources**. Townsville: Australian Institute of Marine Science.

Gilbert, A., Andrefouet, S., Yan, L. and Remoissenet, G. 2006. The giant clam *Tridacna maxima* communities of three French Polynesia islands: comparison of their population sizes and structures at early stages of their exploitation. **IECS Journal of Marine Science**. 63: 1573-1589.

Huber, M. and Eschner, A. 2011. *Tridacna (Chametrachea) costata* Roa-Quiaoit, Kochzius, Jantzen, Al-Zibdah and Richter from the Red Sea, a junior synonym of *Tridacna squamosina* Sturany, 1899 (Bivalvia, Tridacnidae). **Annalen des Naturhistorischen Museum in Wein**, B, 112: 153-162.

Kittiwatanawong, K. 1997. Genetic structure of giant clam, *Tridacna maxima* in the Andaman Sea, Thailand. **Phuket Marine Biological Center Special Publication** 17(1): 109-114.

Lewis, A.D. and Ledua, E. 1988. A possible new species of *Tridacna* (Tridacnidae: Mollusca) from Fiji, In: Coplan, J.W. and Lucas, J.S., eds., **Giant clams in Asia and the Pacific**. Canberra, ACIAR Monograph No.9: 82-84.

Lucas, J.S. 1988. Giant clams: description, distribution and life history. In: In: Coplan, J.W. and Lucas, J.S., eds., **Giant clams in Asia and the Pacific.** Canberra, ACIAR Monograph No.9: 21-31.

Lucas, J.S., Ledua, E. and Braley, R.D. 1990. A new species of giant clam (Tridacnidae) from Fiji and Tonga. **ACIAR Working Paper** No.33, Australian Centre for International Agricultural Research, 8 pp.

Lucas, J.S., Ledua, E. and Braley, R.D. 1991. *Tridacna tevoroa* Lucas, Ledua and Braley: a recently-decribed species of giant clam (Bivalvia: Tridacnidae) from Fiji and Tonga. **The Nautilus**. 105(3): 92-103.

Othman, A.S.B., Goh, G.H.S. and Todd, P.A. 2010. The distribution and status of giant clams (Family: Tridacnidae) – a short review. **The Raffles Bulletin of Zoology**. 58(1):103-111.

Innate and Adaptive Immunity Response of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.) to Dietary Supplementation of Vitamin C and β-glucan

Yongsun Lee[1], Prapansak Srisapoome[1], Sasimanas Unajak[2], Korntip Kannika[3] and Nontawith Areechon[1*]

ABSTRACT

The effects of vitamin C (sodium, calcium ascorbyl-2-phosphate) and β-glucan (1,3-1,6 β-D-glucan) as feed supplement on innate and adaptive immunity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) were studied. Nile tilapia juveniles, average weight of 30 g, were fed for two weeks with different diet supplements: 1. No supplement for control 2. Vitamin C (1,000 ppm) 3. β-glucan (500 ppm) and 4. Vitamin C (1,000 ppm) + β-glucan (500 ppm). Innate immunity and growth parameters were then analyzed. A subgroup of fish was challenged with *Streptococcus agalactiae* for 14 days. Another subgroup was vaccinated twice with formalin-killed *S. agalactiae* and antibody titer was determined every 7 days until the values dropped. After 2 weeks of experimental feeding, all treatments (vitamin C, β-glucan, and combined) did not affect survival, but vitamin C and β-glucan treatments significantly increased growth performances (weight gain and feed conversion ratio) compared to control group ($P<0.05$). Innate immunity study did not show conclusive results except phagocytic activity, which was significantly induced by all treatment groups ($P<0.05$). Furthermore, all treatments increased protection against *S. agalactiae* infection, with β-glucan showing significantly highest protection ($P<0.05$). All treatments stimulated *S. agalactiae* antibody response, especially β-glucan. All vaccinated fish significantly increased resistance of Nile tilapia against *S. agalactiae* infection, particularly β-glucan and combined treatment ($P<0.05$). These results suggest that 2 weeks of β-glucan supplement in Nile tilapia juveniles could enhance growth, disease resistance and efficacy of vaccination.

Key words: Immunity, Nile tilapia, Vitamin C, β-glucan

* Corresponding author; e-mail address: **ffisnwa@ku.ac.th**

[1] Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[2] Department of Biochemistry, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[3] School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

INTRODUCTION

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the most commonly farmed freshwater fish in the world, with Thailand producing greater than 35% of total annual freshwater aquaculture production. Annual global production has reached more than 4,500,000 metric tons and is expected to increase more (FAO, 2015). With the increasing production and intensive farming, disease is an emerging problem.

Disease is a key factor causing economical losses for farmers, mostly occurring in the earlier stages of fish. Nile tilapias are prone to different types of diseases such as bacterial, protozoa, and fungal (FAO, 2016). One of the most serious threats to the industry is *Streptococcus agalactiae*, Gram-positive cocci bacteria that can affect any stage of tilapia. Both seawater and freshwater fish are susceptible to *S. agalactiae* such as rainbow trout, sea bass, tilapia and much more (Wakabayashi *et al*., 2016; Chen *et al*., 2012; Suanyuk *et al*., 2010). Traditional method to control disease using antibiotics and chemical disinfectants are no longer advised due to the concern of the environment, development of bacterial resistance and leftover residues in fish that can affect human health (Midtlyng *et al*., 1996).

Prevention is necessary for a sustainable production and vaccines, probiotics and immunostimulants are of great interest. Immunostimulants given as functional dietary additives can be a more environmental friendly and practical approach to disease management (Sakai, 1999). Dietary additives are well known to influence the immune system: vitamin C and β-glucan being the most popular. Other than stimulating the immune response, both vitamin C and β-glucan are known to aid disease resistance, growth and survival in many fish species (Verlhac *et al*., 1996; Kiron, 2012).

In this study, the effects of vitamin C and β-glucan as feed supplements on innate and adaptive immunity of Nile tilapia were investigated, as well as growth performances survival and disease resistance. The efficacy of dietary vitamin C and β-glucan supplementation on the response to *S. agalactiae* vaccine in Nile tilapia were observed. This research will provide knowledge to both farmers and researchers of how to use vitamin C and β-glucan as pre-dietary supplements in juvenile Nile tilapia.

MATERIALS AND METHODS

1. Fish

All male Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* with an initial average weight of 30 g were obtained from commercial fish farm. Experiments were conducted in 1.5 metric ton concrete tanks holding about 1.2 metric ton of water. Eighty fish per tank with a total of 1,200 fish were randomly

distributed into experimental tanks. Tanks had a flow-through water system with continuous aeration and were periodically monitored to maintain optimal condition.

2. Treatment diets

There were 4 experimental diets with 3 replicates: 1. Control (commercial diet) 2. Vitamin C (Rovimix® Stay-C® 35; Na/Ca-ascorbyl-2-phosphate) (1 g/kg feed) 3. β-glucan (Leiber® Beta-S; 1,3-1,6 β-D-glucan) (0.5 g/kg feed) 4. Vitamin C (1 g/kg feed) +β-glucan (0.5 g/kg feed). Vitamin C and β-glucan were dissolved in 15% (150 ml/kg feed) water and mixed with feed. Additionally, 5% (50 ml/kg feed) squid oil were mixed into the feed. All feeds were air-dried, packed in plastic bag and stored at 4^0C. Experimental feeds were prepared 3 times per week. Fish were fed twice daily with a fixed ratio of 5% body weight per day for 2 weeks before being sampled for immune response, disease resistance test and vaccination.

3. Growth performance analysis

On day 0 and 14 (after two weeks of experimental feeding), 30% of fish from each experimental tank of treatments were gently captured and weighed to calculate growth parameters. The following variables were calculated:

Survival rate (SR) = N_t x 100 / N_0

Weight gain (WG) = W_t - W_o

Specific growth rate (SGR) = (Ln W_t – Ln W_0) x 100 / t

Average daily growth (ADG) = (W_t / t) / N_t

Feed conversion ratio (FCR) = dry feed intake / WG

Where W_t and W_0 were final and initial fish weight, respectively; N_t and N_o were final and initial number of fish, respectively; t is the duration of experimental days.

4. Disease resistance test

After 2 weeks of experimental feeding, 20 random fish from each replicate of treatments were intraperitoneally (IP) injected with $1x10^6$CFU/ml *S. agalactiae*. Mortality of fish were recorded for 14 days. Cause of mortality was confirmed by bacterial isolation from head kidney, liver, and brain.

5. Vaccination and disease challenge test

After 2 weeks of experimental feeding, fish were immunized with $1x10^8$ CFU/ml formalin-killed *S. agalactiae* vaccine by IP injection. Fish were then given a booster IP injection of the same vaccine at 4 weeks post first immunization. One month after 1st vaccination, 20 random fish from each replicate of treatments were IP challenged with $1x10^6$ CFU/ml *S. agalactiae*. Mortality of fish were recorded for 14 days and relative percent survival (RPS) were calculated as follow:

RPS = 1 – (% mortality of vaccinated fish / % mortality of control non-vaccinated fish) x 100

6. Antibody titer analysis

Once a week after vaccination, blood from 10 random fish per treatment were collected from the caudal vein, using 1 ml syringe and 23G 1-inch needle. Blood were kept at room temperature for at least 1 h and serum were separated by refrigerated centrifugation at 3,000 g for 10 min at 25^0C. In a round bottom 96 well plates, 50 μl of 0.85% NaCl were added in every well except first column. Then 50 μl of fish serum were added to the first two columns. Then, 50 μl from second column were taken out and put in the third column and continued to the last column, so two-fold dilution was obtained. Then, 50 μl of suspended killed *S. agalactiae* bacteria were added to all wells. For control, one row included 50 μl 0.85% NaCl and 50 μl serum and one row included 50 μl 0.85% NaCl and 50 μl suspended bacteria. Plates were incubated overnight and checked for interpretation. Titer of the sample was the highest serum dilution without the white button at the bottom of the well.

7. Immunity analysis

At day 0, blood and head kidney from 10 fish were collected. At the end of the experimental feeding (day 14), blood and head kidney from 10 random fish per treatment were collected to analyze immune parameters. Blood sample were collected from the caudal vein, using syringe coated with EDTA solution and another one without anticoagulant. For serum separation, blood collected without anticoagulant were kept at room temperature for at least 1 h and then spun down by centrifugation at 3,000 g for 10 min. Leucocytes were prepared by using fish head kidney, which were aseptically isolated into 3 ml of RPMI-1650 medium, cut into pieces and passed through a nylon mesh filter. Head kidney suspensions were transferred into 15 ml PE tube containing 3 ml of Percoll solution. The samples were centrifuged in a swing rotator at 400 g for 30 min at 25^0C. Then, 3 ml of opaque interface were transferred into a clean 15 ml tube with 3 ml of PBS. Samples were centrifuged and washed with PBS 3 times. Supernatant were discarded and the number of leucocytes in the PBS-suspended pellet were adjusted for phagocytic activity assay and respiratory burst activity.

7.1 *Phagocytic activity*

Phagocytic activity was determined by a modified method from Ai *et al.* (2007). The percentage of cells with phagocytic activity were determined as follow:

Phagocytic activity (PA) = Total number of phagocytizing cells / Total number of counted cells

7.2 *Respiratory burst test*

Respiratory burst test was determined by a modified method from Christybapita *et al.* (2007). Absorbance of each sample was measured using a microplate reader at 655 nm. Calculations were done as follow:

Spontaneous O_2^- production = Absorbance of NBT reduction sample - Absorbance of blank

7.3 *Superoxide Dismutase assay (SOD)*

Superoxide dismutase activity was measured using the SOD assay kit from Sigma and followed their manual procedures. Calculations were performed according to their manual procedures.

7.4 *Lysozyme activity*

Lysozyme activity was determined by a modified method from Parry *et al.* (1965). Absorbance of each sample was measured using a microplate reader at 490 nm. A unit of lysozyme activity was expressed using the amount of lysosome causing a decrease in absorbance at 0.0001 per min.

7.5 *Alternative complement activity*

Alternative complement activity was determined by a modified method from Ortuno *et al.* (1998). Absorbance of each sample was measured using a microplate reader at 540 nm.

8. Statistic Analysis

All experimental diets were distributed by completely randomized design. Data between treatment groups were subjected to one-way analysis of variance (ANOVA) in SPSS. Comparison between the group mean values were done using Duncan's New multiple range test with a significance at $P<0.05$.

RESULTS

1. Survival and growth

Survival rate (SR) for all groups were above 90% (Table 1) and no significant differences were observed among treatments ($P>0.05$). However, growth parameter including weight gain (WG) was significantly higher for vitamin C and β-glucan, when compared with the control ($P<0.05$). Average daily growth (ADG) for β-glucan was significantly higher than the control ($P<0.05$). Feed conversion ratio (FCR) also showed better ratio for vitamin C and β-glucan ($P<0.05$). However, combined treatment of vitamin C and β-glucan did not improve growth performance when compared to the control ($P>0.05$).

Table 1 Survival and growth

Treatments	ADG (g/fish/day)	FCR	SGR (%)	SR (%)	WG (g/fish)
Control	2.88±0.01^{bc}	1.23±0.01^{a}	4.57±0.1^{ab}	92.1±0.7^{a}	62.1±0.8^{c}
Vitamin C	2.93±0.03^{b}	1.18±0.03^{b}	4.68±0.1^{ab}	93.8±1.3^{a}	68.5±1.0^{ab}
Beta glucan	3.01±0.00^{a}	1.15±0.02^{b}	4.72±0.1^{a}	93.8±1.3^{a}	69.9±2.8^{a}
Vitamin C + Beta glucan	2.84±0.04^{c}	1.24±0.02^{a}	4.50±0.1^{b}	92.5±0.0^{a}	64.6±02.8^{bc}

$^{a-c}$ Means within the same column followed by different letters were significantly different (P<0.05).

2. Innate immunity

Phagocytic activities were induced significantly higher in all treatments compared to the control (P<0.05) (Table 2). Alternative complement pathway was higher in β-glucan and combined treatment (P<0.05). There was more serum lysozyme activity for vitamin C, but less for β-glucan and combined treatment. Superoxide dismutase activity also showed lower activity for β-glucan and combined treatment. No significant differences were detected among treatments for respiratory burst activity (P>0.05).

Table 2 Innate immune response

Treatments	Alternative complement pathway (U/ml)	Phagocytic activity (%)	Serum lysozyme activity (U/ml)	Superoxide anion	Superoxide dismutase activity (U/ml)
Control	502.6±21.2^{b}	67.4±3.9^{b}	3650±479^{b}	0.026±0.017^{a}	11.75±1.57^{a}
Vitamin C	566.3±78.1^{b}	79.5±2.4^{a}	4325±461^{a}	0.024±0.018^{a}	12.89±1.73^{a}
Beta glucan	981.3±76.4^{a}	79.1±2.7^{a}	2187±479^{c}	0.025±0.018^{a}	6.78±3.21^{b}
Vitamin C + Beta glucan	938.2±3.5^{a}	80.5±2.6^{a}	2158±285^{c}	0.025±0.018^{a}	6.97±2.24^{b}

$^{a-c}$ Means within the same column followed by different letters were significantly different (P<0.05).

3. Disease resistance test

The average percent mortality of fish after experimental challenge with *S. agalactiae* for control group was 50%, while all treatments had significantly lower average percent mortality, as shown in Figure 1 (P<0.05). The average percent survival clearly indicates that β-glucan had highest protection against *S. agalactiae* with greater than 80% survival rate (P<0.05).

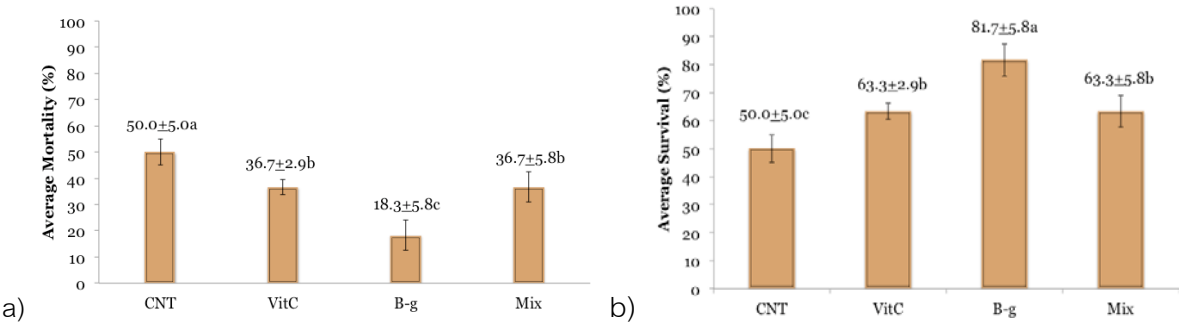


Figure 1 Average percent mortality (a) and average percent survival (b) of fish experimentally challenged with *S. agalactiae*.

4. Adaptive Immune Response

Fish that was not vaccinated showed negative result for specific antibody against *S. agalactiae*. All treatment groups stimulated antibodies production with β-glucan significantly showing higher antibody titer levels ($P<0.05$) (Figure 2). Antibody levels were observed 1st week post 1st vaccination and lasted for 4 weeks. After booster immunization, antibody titer level of all vaccinated groups increased significantly compared to 1st immunization and lasted for a longer period of time. And again, β-glucan showed superior positive effect on adaptive immune response ($P<0.05$).

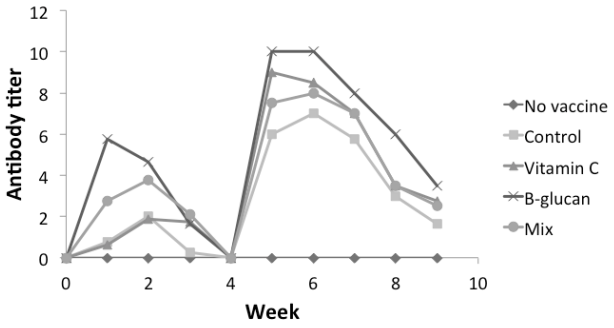


Figure 2 Antibody titer level after vaccination and booster shot in week 4.

5. Disease resistance test after vaccination

All vaccinated fish showed significantly lower mortality than non-vaccinated group ($P<0.05$) (Figure 3). Among vaccinated groups, β-glucan and combined treatments showed lower mortality ($P<0.05$). The relative percentage survival (RPS) showed the superiority of β-glucan and combined treatment on adaptive immunity ($P<0.05$).

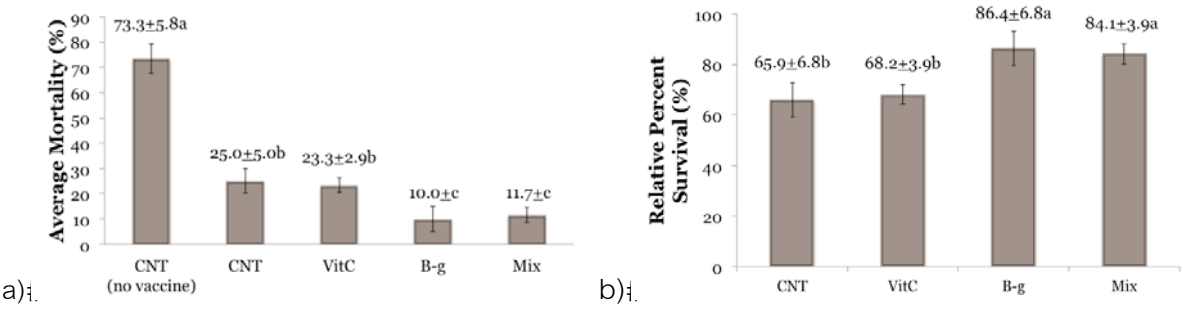


Figure 3 Average percent mortality (a) and relative percentage survival (b) of fish experimentally challenged with *S. agalactiae* after formalin-killed *S. agalactiae* vaccination.

DISCUSSION

Both vitamin C and β-glucan are well known to be effective immunostimulants to stimulate the immune system and strengthen defense mechanism of fish (Kiron, 2012; Meena *et al*., 2013; Wang and Xu, 2006). In this study, innate and adaptive immune response of fish to dietary supplementation of vitamin C and β-glucan were observed. Both Innate and adaptive immune responses are great parameters to measure to check the efficacy of fish supplements. After 2 weeks of experimental feeding, fish growths were enhanced by treatments with vitamin C or β-glucan as well, similar to the previous studies in Nile tilapia (Pezzato *et al*., 2014), snapper (Cook *et al.,* 2003) and Indian major carp (Tewary and Patra, 2008).

Innate immune responses have been greatly studied in relation to dietary supplementation of vitamin C and β-glucan. High dosage of vitamin C effectiveness has been evaluated and majority of the studies demonstrated enhancement on innate immune parameters, supporting data for this experiment (Eo and Lee, 2008; Tewary and Patra, 2008). For example, in the study by Ibrahem *et al.* (2010), Nile tilapia fed with dietary supplementation of vitamin C enhanced lysozyme activity and NBT levels. On the other hand, a review by Kiron (2012) demonstrated immune responses of different fish upon dietary administration of β-glucan, where some experiments enhanced innate immune response while some do not. Ahmadi *et al.* (2014) showed that rainbow trout fed with β-glucan expressed higher lysozyme activity and alternative complement pathway activities for both 15 and 45 days of feeding.

Disease resistance test against *S. agalactiae* showed that all treatment groups had higher survival rate than control, especially β-glucan. Vitamin C has shown to enhance disease resistance in several fish species such as Nile tilapia (Ibrahem *et al.,* 2010), cobia (Zhou *et al.,* 2012), and Indian major carp (Tewary and Patra, 2008) against different diseases. β-glucan has also shown to enhance disease resistance in different species and diseases such as resistance against *Aeromonas veronii* in

koi (Lin *et al.,* 2011), *Aeromonas hydrophila* in common carp (Gopalakanan and Arul, 2010) and rainbow trout (Ahmadi *et al.,* 2014) and *Vibrio alginolyticus* in orange-spotted grouper (Chang *et al*., 2013). After dietary feeding of β-glucan in common carp, fish were challenged against *A. hydrophila* after 30 and 60days and showed a relative percent survival of greater than 70% (Gopalakana and Arul, 2010). Also, when rainbow trout were fed with β-glucan and challenged with *A. hydrophila* showed higher resistance with survival rate of 64.4% compared with 24.4% for control group (Ahmadi *et al.,* 2014).

Antibody titer levels were elevated for all vaccinated groups and all dietary supplement groups had higher antibody titer levels compared to vaccinated control feed group, with β-glucan showing highest levels. In a report by Azad *et al*. (2007), antibody response was enhanced with diet supplements with high levels of vitamin C (1500 mg/kg feed) in milkfish. In another study, antibody production was augmented when β-glucan was presented in the diet feed with vitamin C compared to the diet feed with only vitamin C in rainbow trout (Verlhac *et al.,* 1996). Multiple studies shows increased antibody titer levels when administered with β-glucan (Ahmadi *et al.,* 2014; Meena, 2013; Misra *et al.,* 2006).

Disease resistance test against *S. agalactiae* after vaccination showed superior disease resistance for β-glucan and combined treatments. Vitamin C did not seem to have any correlation with aiding against disease resistance for vaccinated fish. β-glucan is known to improve the efficacy of vaccine in many fish species such as Atlantic salmon against furunculosis (Rørstad *et al.,* 1993), Asian catfish against *A. hydrophila* (Kumari and Sahoo, 2006) and Nile tilapia against *S. agalactiae* (Whittington *et al.,* 2005).

CONCLUSION

Both vitamin C and β-glucan significantly enhanced growth performances ($P<0.05$) and level of protection against *S. agalactiae* challenge. Additionally,β-glucan showed notable differences with better growth performance and higher level of protection against infection. Immunization with *S. agalactiae* vaccine alone enhanced specific antibodies and protection against *S. agalactiae* infection. However, pre-treatment with dietary supplement β-glucan for two weeks before vaccination, significantly resulted in higher amount of specific antibodies and protection. These results suggest that short-term β-glucan feeding may be used in fish farm to enhance growth, disease resistance and efficacy of vaccination.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was partially supported by SATREPS program under Japan International Cooperation Agency (JICA) and Japan Science and Technology Agency (JST). We would like to specially thank Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University for providing the experimental facilities and DSM Nutritional Products for providing experimental materials.

REFERENCES

Ahmadi, P.Y., H. Farahmand, H.K. Miandare, A. Mirvaghefi, and S.H. Hoseinifar. 2014. The effects of dieatary Immunogen® on innate immune response, immune related gene expression and disease resistance of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). **Fish and Shellfish Immunology** 37(2): 209-214.

Ai, Q., K. Mai, L. Zhang, B. Tan, W. Zhang, W. Xu, and H. Li. 2007. Effects of dietary β-1, 3 glucan on innate immune response of large yellow croaker, *Pseudosciae nacrocea*. **Fish and Shellfish Immunology** 22(4): 394-402.

Azad, I.S., J.S. Dayal, M. Poornima, and S.A. Ali. 2007. Supra dietary levels of vitamins C and E enhance antibody production and immune memory in juvenile milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal) to formalin-killed *Vibrio vulnificus*. **Fish and Shellfish Immunology** 23(1): 154-163.

Chang, C.S., S.L. Huang, S. Chen, and S.N. Chen. 2013. Innate immune responses and efficacy of using mushroom beta-glucan mixture (MBG) on orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. **Fish and Shellfish Immunology** 35(1): 115-125.

Chen, M., L.P. Li, R. Wang, W.W. Liang, Y. Huang, J. Li, A.Y. Lei, W.Y. Huang, and X. Gan. 2012. PCR detection and PFGE genotype analyses of streptococcal clinical isolates from tilapia in China. **Veterinary Microbiology** 159(3): 526-530.

Christybapita, D., M. Diyyagnaneswari, and R.D. Michael. 2007. Oral admistration of *Eclipta alba* leaf aqueous extract enhances the non-specific immune responses and disease resistance of *Oreochromis mossambicus*. **Fish Shellfish Immunology** 23: 840-852.

Cook, M.T., P.J. Hayball, W. Hutchinson, B.F. Nowak, and J.D. Hayball. 2003. Administration of a commercial immunostimulant preparation, EcoActiva™ as a feed supplement enhances macrophage resiratory burst and growth rate of snapper (*Pagrus auratus,* Sparidae (Bloch and Schneider)) in winter. **Fish and Shellfish Immunology** 14:333-345

Eo, J. and K.J. Lee. 2008. Effect of dietary ascorbic acid on growth and non-specific immune responses of tiger puffer, *Takifugu rubripes*. **Fish Shellfish Immunology** 25(5): 611-616.

FAO. 2015. Aquaculture topics and activities. Aquaculture. **In: FAO fisheries and aquaculture department**. Rome.

FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture. **FAO.** Rome

Gopalakannan, A., and V. Arul. 2010. Enhancement of the innate immune system and disease-resistant activity in *Cyprinus carpio* by oral administration of β-glucan and whole cell yeast. **Aquaculture Research** 41(6): 884-892.

Ibrahem, M.D., M. Fathi, S. Mesalhy, A.A. El-Aty. 2010. Effect of dietary supplementation of inulin and vitamin C on the growth, hematology, innate immunity, and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish and Shellfish Immunology** 29(2): 241-246.

Kiron, V. 2012. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. **Animal Feed Science and Technology** 173: 111-133.

Kumari, J. and P.K. Sahoo. 2006. Dietary β-1,3 glucan potentiates innate immunity and disease resistance of Asian catfish, *Clarias batrachus* (L.). **Journal of Fish Diseases** 29(2): 95-101.

Lin, S., Y. Pan, L. Luo, and L. Luo. 2011. Effects of dietary β-1, 3-glucan, chitosan or raffinose on the growth, innate immunity and resistance of kio (*Cyprinus carpio koi*). **Fish and Shellfish Immunology** 31(6): 788-794.

Meena, D.K., P. Das, S. Kumar, S.C. Mandal, A.K. Singh, M.S. Behera, K. Kumar, A.K. Pal, S.C. Mukherjee. 2013. Beta-glucan: an ideal immunostimulant in aquaculture (a review). **Fish Physiology and Biochemistry** 39(3): 431-457

Midtlyng, P. J., L. J. Reitan, A. Lillehaug, and A. Ramstad. 1996. Protection, immune responses and side effects in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) vaccinated against furunculosis by different procedures. **Fish and Shellfish Immunology** 6(8): 599-613.

Misra, C.K., B.K. Das, S.C. Mukherjee, P. Pattnaik. 2006. Effect of long-term administration of dietary [beta]-glucan on immunity, growth and survival of *Labeo rohita* fingerlings. **Aquaculture** 255: 82-94.

Ortuno, J., M.A. Esteban, V. Mulero, and J. Meseguer. 1998. Methods for studying the haemolytic, chemoattractant and opsonic activities of seabream (*Sparus aurata L.*) serum pp. 97-100. *In* A.C. Barnes, G.A. Davidson, M.P., D. McIntosh, eds. **Methodology in Fish Diseases Research**. Fisheries Research Services, Aberdeen.

Parry, R.M. Jr., R.C. Chandan, and K.M. Shahani. 1965. A rapid and sensitive assay of muramidase. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.** 119: 384-386.

Pezzato, L.E., A.C. Fernandes Jr, I.G. Guimaraes, A. Pernandes Jr, C.R. Padovani, and M.M. Sartori. 2014. Non-specific immune parameters and physiological response of Nile tilapia fed b-glucan and vitamin C for different periods and submitted to stress and bacterial challenge. **Fish and Shellfish Immunology** 30(1): e8.

Rørstad, G., P.M. Aasjord, and B. Robertsen. 1993. Adjuvant effect of a yeast glucan in vaccines against furunculosis in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Fish and Shellfish Immunology** 3(3): 179-190.

Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. **Aquaculture** 172: 63-92.

Suanyuk, N., N. Sukkasame, N. Tanmark, T. Yoshida, T. Itami, L. R.L. Thune, C. Tantikitti and K. Supamattaya. 2010. *Streptococcus iniae* infection in cultured Asian sea bass (*Lates calcarifer*) and red tilapia (*Oreochromis* sp.) in southern Thailand. **Songklanakarin Journal of Science and Technology** 32(4): 341-348.

Tewary, A., and B.C. Patra. 2008. Use of vitamin C as an immunostimulant. Effect on growth, nutritional quality, and immune response of *Labeo rohita* (Ham.). **Fish Physiology and Biochemistry** 34(3): 251-259.

Verlhac, V., J. Gabaudan, A. Obach, W. Schüep, and R. Hole. 1996. Influence of dietary glucan and vitamin C on non-specific and specific immune responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**143 (2): 123-133.

Wakabayashi, H., T. Yoshida, T. Nomura, T. Nakai, and T. Takano. 2016. Diseases caused by bacterial pathogens in inland water. **Fish Diseases** 122-189.

Wang, Y.B. and Z.R. Xu. 2006. Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. **Animal Feed Science and Technology** 127(3): 283-292.

Whittington, R., C. Lim, and P.H. Klessius. 2005. Effect of dietary β-glucan levels on the growth response and efficacy of *Streptococcus iniae* vaccine in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture** 248(1): 217-225.

Zhou, Q., L. Wang, H. Wang, F. Xie, and T. Wang. 2012. Effect of dietary vitamin C on the growth performance and innate immunity of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Fish and Shellfish Immunology** 32(6): 969-975.

ผลการจับสัตว์น้ำของลอบปลาจากสองแหล่งประมงที่แตกต่างกันบริเวณชายฝั่งจังหวัดระยอง

The Catch of Fish trap from Two Different Fishing Grounds around the Coastal area of Rayong Province

คุณชญ์ สุทธิพงศ์เกียรติ์[1*] อนุกรณ์ บุตรสันติ์[2] และ เมธี แก้วเนิน[3]

Kunut Suthipongkeat[1*], Anukorn Boutson[2] and Methee Kaewnern[3]

บทคัดย่อ

ลอบปลาเป็นเครื่องมือประมงหนึ่งที่สำคัญของจังหวัดระยอง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาชนิด ปริมาณ CPUE และองค์ประกอบสัตว์น้ำของลอบปลาจากสองแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งระยอง คือ แหล่งบ้านบน (A) และแหล่งบ้านช่น (B) โดยลงเรือเก็บข้อมูลกับชาวประมงแหล่งละ 1 คน ในเดือน มี.ค. - มิ.ย. 2559 เดือนละ 2 ครั้ง พบว่าทั้งสองแหล่งได้สัตว์น้ำรวม 17 ชนิดเหมือนกัน 14 ชนิด โซน A มี CPUE สูงสุดในเดือน มิ.ย. ต่ำสุดเดือน เม.ย. มีค่า 14.96 และ 5.94 กก/ลอบ ตามลำดับ องค์ประกอบของสัตว์น้ำ(โดยน้ำหนัก)พบปลาสลิดหิน (*Siganus javus*) มากที่สุด รองลงมาเป็นปลาสร้อยนกเขา (*Diagrama pictum*) ร้อยละ 43.2 และ 30.7 ตามลำดับ โซน B มี CPUE สูงสุดในเดือน มี.ค. ต่ำสุดเดือน เม.ย. 11.43 และ 9.71 กก/ลอบ ตามลำดับ พบปลาสลิดหิน (*S. Javus*) มากที่สุด รองลงมาเป็นปลาหางเหลือง (*Caesio cuning*) ร้อยละ 47.5 และ 14.1 ตามลำดับ ผลจับสัตว์น้ำเฉลี่ยของปลาสร้อยนกเขาจากโซน A มีค่ามากกว่า B อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ABSTRACT

Fish trap is an importance gear in Rayong province. This study aims to find out catch species, amount, CPUE and compositions of fish trap from two fishing grounds around Rayong coastal such as Ban Bon (A) and Ban Chon (B). Onboard surveys with a fisher in each fishing ground were conducted twice a month in Mar-Jun 2016. Seventeen species were identified from the both fishing grounds of which 14 species were same. Zone A, CPUE was highest in Jun and lowest in Apr,14.96 and 5.94 kg/trap respectively. Rabbitfish (*Siganus javus*) was dominant in the catch compositions (% by weight) followed with painted sweetlips (*Diagrama pictum*), composed of 43.2 and 30.7%. Zone B, CPUE was highest in Mar and lowest in Apr which were 11.43 and 9.71 kg/trap respectively. The rabbitfish was dominant in the catch compositions followed with yellowtail (*Caesio cuning*), composed of 47.5 and 14.1% respectively. Average CPUE of painted sweetlips from zone A was higher than B significantly (p<0.05).

Key Words: Catch, Fish trap, Fishing ground, Rayong, CPUE

*Corresponding author; e-mail address: **kunut.suthipongkeat@gmail.com**

[1]บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]The graduate School, Kasetsart Uni., 50 Pahol Yothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart Uni., 50 Pahol Yothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900

[3]ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]Department of Fishery management, Faculty of Fisheries, Kasetsart Uni., 50 Pahol Yothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900

คำนำ

การทำประมงลอบปลา เป็นประมงพื้นบ้าน หรือ ประมงขนาดเล็กที่มีความสำคัญในประเทศไทย พบได้ทั้งบริเวณอ่าวไทย และทะเลอันดามัน ลอบปลาเป็นเครื่องมือประมงดักจับสัตว์น้ำประเภทกึ่งประจำที่ ใช้จับปลาเป็นเป้าหมายหลัก มีช่องทางเข้าของสัตว์น้ำที่เรียกว่า งา เป็นทางเข้าให้สัตว์น้ำเข้าไปติดภายในลอบและออกมาได้ยากหรือไม่ได้ เมื่อ พ.ศ. 2557 ประเทศไทยมีสัตว์น้ำจากลอบปลาทั้งหมด 406 ตันต่อปีคิดเป็นมูลค่า 60.74 ล้านบาท โดยเป็นสัตว์น้ำที่จับได้ในอ่าวไทย 163 ตันต่อปี (กรมประมง, 2559) ส่งผลให้การทำประมงลอบปลาเป็นอาชีพที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและสภาพทางเศรษฐกิจของชาวประมงพื้นบ้านในหลายจังหวัดระยองมีแหล่งประมงลอบปลาที่สำคัญ (Boutson *et al*., 2016)หลายแห่ง เช่น บริเวณหาดแม่รำพึง เกาะเสม็ดและเกาะมัน เป็นต้น กรมประมงและองค์กรที่เกี่ยวข้องได้จัดสร้างแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลหลายแห่งเพื่อเป็นแหล่งทำประมงที่สำคัญของจังหวัดระยองตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 แหล่งอาศัยสัตว์ทะเลบ้านบนจัดสร้างแล้วเสร็จในวันที่ 12 พ.ย. 2549 กับ แหล่งอาศัยสัตว์ทะเลบ้านช่นจัดสร้างเสร็จในวันที่ 9 พ.ย. 2548 ทั้ง 2 แหล่งมีตำแหน่งที่ตั้ง ความลึก วันที่จัดสร้าง และระยะเวลาหลังการจัดสร้างที่แตกต่างกัน และเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลที่ตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกของเกาะเสม็ดซึ่งเป็นเขตทำการประมงที่สำคัญของชาวประมงพื้นบ้านหาดแม่รำพึงโดยเฉพาะการทำประมงลอบปลา(ดุสิต และคณะ, 2551) การทำประมงลอบปลาให้ได้ประสิทธิภาพสูงที่สุดขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง แหล่งประมงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากแหล่งประมงในแต่ละแหล่งที่มีลักษณะแตกต่างกันสามารถส่งผลต่อชนิด และปริมาณสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ให้มีความแตกต่างกันได้ หรือแหล่งประมงที่แตกต่างกันมีอิทธิพลโดยตรงต่อผลจับสัตว์น้ำของลอบปลาได้เช่นกัน (Kim *et al*.,1994)

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบชนิด ปริมาณ ผลจับสัตว์น้ำต่อหน่วยการลงแรงประมง (Catch per Unit Effort, CPUE) และองค์ประกอบของสัตว์น้ำของลอบปลาจาก 2 แหล่งประมงบริเวณชายฝั่งหาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง ผลการศึกษานี้คาดหวังที่จะทราบว่า แหล่งประมงที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อชนิด ปริมาณ CPUE และองค์ประกอบของสัตว์น้ำของลอบปลา เพื่อนำผลการศึกษา หรือผลงานวิจัยที่ได้ไปประกอบในการพิจารณาปรับปรุง กำหนดกฎเกณฑ์ และหาข้อตกลงต่างๆในการทำประมง ทำให้เกิดรูปแบบการประมงที่มีความรับผิดชอบ ก่อให้เกิดความยั่งยืนแก่ทรัพยากรประมงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์

1, ศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์น้ำของการทำประมงลอบปลาจากสองแหล่งประมงที่แตกต่างกัน คือ แหล่งอาศัยสัตว์ทะเลบ้านบน และ แหล่งอาศัยสัตว์ทะเลบ้านช่น

2. ศึกษา CPUE ของการทำประมงลอบปลาจากสองแหล่งประมงที่แตกต่างกัน

3. ศึกษาองค์ประกอบของสัตว์น้ำของการทำประมงลอบปลาจากสองแหล่งประมงที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ทำการศึกษา

ทำการศึกษาลอบปลาของชาวประมงพื้นบ้านบริเวณหาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง จำนวน 2 ท่าน ในแหล่งประมงบริเวณทิศตะวันตกของเกาะเสม็ด 2 แหล่ง โดยชาวประมงคนที่ 1 ทำประมงในบริเวณโซน A เป็นแหล่งประมงใกล้เคียงกับแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลบ้านบน (จัดวางในวันที่ 12 พ.ย. 2549) และ ชาวประมงคนที่ 2 ทำประมงในบริเวณโซน B เป็นแหล่งประมงใกล้เคียงกับแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลบ้านช่น (จัดวางในวันที่ 9 พ.ย. 2547) (ดุสิต และคณะ, 2551) ทั้ง 2 โซนอยู่ห่างจากชายฝั่งตั้งแต่ 3 - 13 กิโลเมตร และมีระดับความลึกของน้ำ 9 - 26 เมตร (Figure 1)

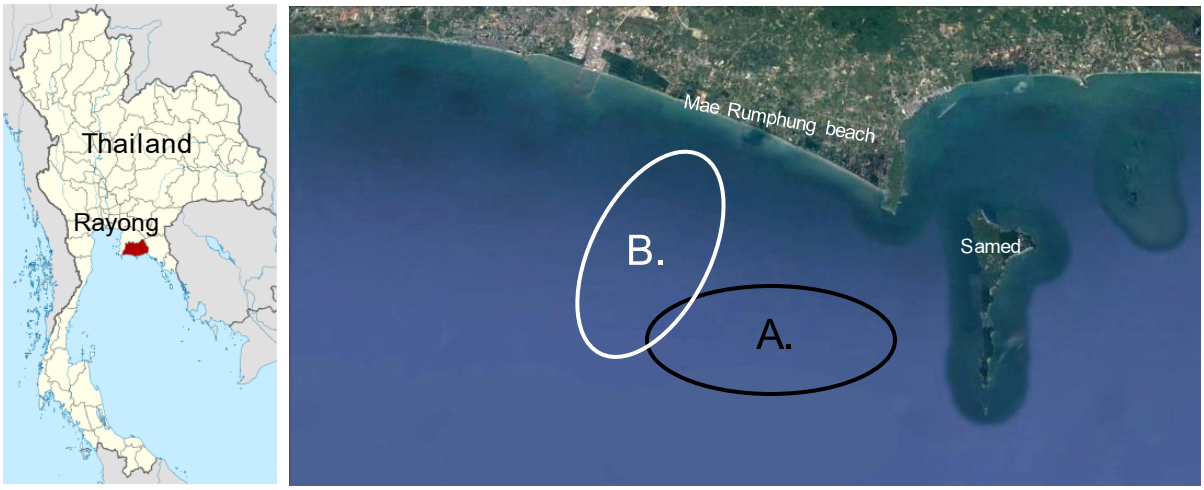


Figure 1 Study site around the coastal of Mae Rumpheng beach Rayong province (Fisher 1; Fishing ground A. and Fisher 2; Fishing ground B.)

อุปกรณ์

1. ลอบปลาที่ใช้ทำประมงจากชาวประมงคนที่ 1 และ 2 (Table 1)

Table 1 Fish trap from fisher 1 and 2

Fisher	Photo& Size (cm)	Entrance	Shape	Structure	Covered Material	Net mesh size (mm)	Wire net axb (mm)
Fisher 1.	 95x206x50	1 Funnel Entrance	Rectangular	Wooden	PE net and Wire net	64	25x32
Fisher 2.	 100x205x65	1 Funnel Entrance	Rectangular	Wooden	PE net and Wire net	64	25x32



2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. เครื่องมือชั่งน้ำหนักแบบแขวนระบบสปริง Hanging Scale รุ่น HS-5K ยี่ห้อ HS
4. เครื่องวัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์แบบพกพา (GPS-Garmin-eTrex30)
5. เครื่องวัดความลึก (Hondex PS-7)

วิธีการศึกษา

1. ออกเก็บข้อมูลจากการลงเรือร่วมกับชาวประมงที่ทำการประมงลอบปลา 2 คน ในแหล่งประมงที่แตกต่างกัน 2 แหล่งตั้งแต่ เดือน มีนาคม – มิถุนายน 2559 (2 คน/เดือน) โดยชาวประมงคนที่ 1 (Fisher 1) ทำประมงในโซน A ออกเก็บข้อมูลในวันที่ 20 มี.ค., 9 เม.ย., 7 พ.ค.และ 4 มิ.ย. 2559 ส่วนชาวประมงคนที่ 2 (Fisher 2) ทำประมงในโซน B ออกเก็บข้อมูลในวันที่ 24 มี.ค., 8 เม.ย., 12 พ.ค.และ 5 มิ.ย.2559 (Table 2)

Table 2 No. of fisher and fishing ground, Number of fish trap per operate, Soak time, Fishing ground depth and distance from shore

Fisher (Fishing ground)	No. of Fish trap per operate (traps/day)	Soak time (days)	Depth (m)	Distance from shore (Km.)
Fisher 1 (Fishing ground A)	9 - 12	5 - 6	12 - 26	5.4 - 13
Fisher 2 (Fishing ground B)	9 - 12	2 – 4	9 - 26	3.1 - 13.5

2. นำเครื่องมือบอกพิกัดทั้งสองลงเรือกับชาวประมงเพื่อบันทึกพิกัดของแหล่งทำการประมงลอบปลาและวัดความลึกของน้ำโดยใช้เครื่องวัดความลึกในโซนที่กู้ลอบ
3. นำสัตว์น้ำทั้งหมดที่ได้จากการกู้ลอบจำแนกชนิด โดยสัตว์น้ำแต่ละชนิดจะชั่งน้ำหนักรวมทั้งหมดมีหน่วยเป็นกิโลกรัมเพื่อวิเคราะห์ผลจับสัตว์น้ำต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาอัตราการจับสัตว์น้ำ โดยคำนวณผลจับสัตว์น้ำต่อหน่วยลงแรงประมง (CPUE) ของสัตว์น้ำในแต่ละชนิดที่ได้จากลอบปลาโดยใช้ข้อมูลจากการลงเรือกับชาวประมงทั้ง 2 แหล่งประมงมีหน่วยเป็น กก.ต่อลอบ.และจำแนกชนิดสัตว์น้ำเป็นร้อยละขององค์ประกอบชนิดสัตว์น้ำที่จับได้ (อัญญานี และเจิดจินดา, 2548)
2. วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าผลจับเฉลี่ยสัตว์น้ำของลอบปลาจากแหล่งประมง 2 แหล่ง โดยใช้การทดสอบความแตกต่างด้วย t-test (จิตติมา, 2536)

ผลการศึกษา

จากการศึกษาสัตว์น้ำที่ได้จากการทำประมงลอบปลาในแหล่งประมงบริเวณทิศตะวันตกของเกาะเสม็ดทั้ง 2 แหล่งประมงที่แตกต่างกัน (โซน A.และ B.) บริเวณชายฝั่งจังหวัดระยอง ในเดือนมี.ค. – มิ.ย. 2559 พบว่าทั้ง 2 แหล่งประมง จับสัตว์น้ำได้เหมือนกัน 14 ชนิดจากทั้งหมด 17 ชนิด พบแหล่งประมง A. กู้ลอบได้ทั้งหมด 40 ลอบ และ แหล่งประมง B. 42 ลอบ ดังจุดที่แสดงในรูปภาพที่ 2 (Figure 2) ทั้ง 2 แหล่งประมง มีผลจับสัตว์น้ำแต่ละชนิดเฉลี่ยดังตารางที่ 3 (Table 3)

องค์ประกอบสัตว์น้ำของการทำประมงลอบปลาจากแหล่งประมงโซน A. มีปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ทั้งหมด 374.6 กก. และ แหล่งประมงโซน B. มีปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ทั้งหมด 439.6 กก. ทั้งสองแหล่งประมง มีองค์ประกอบของสัตว์น้ำแต่ละชนิดดังรูปภาพที่ 3 (Figure 3)

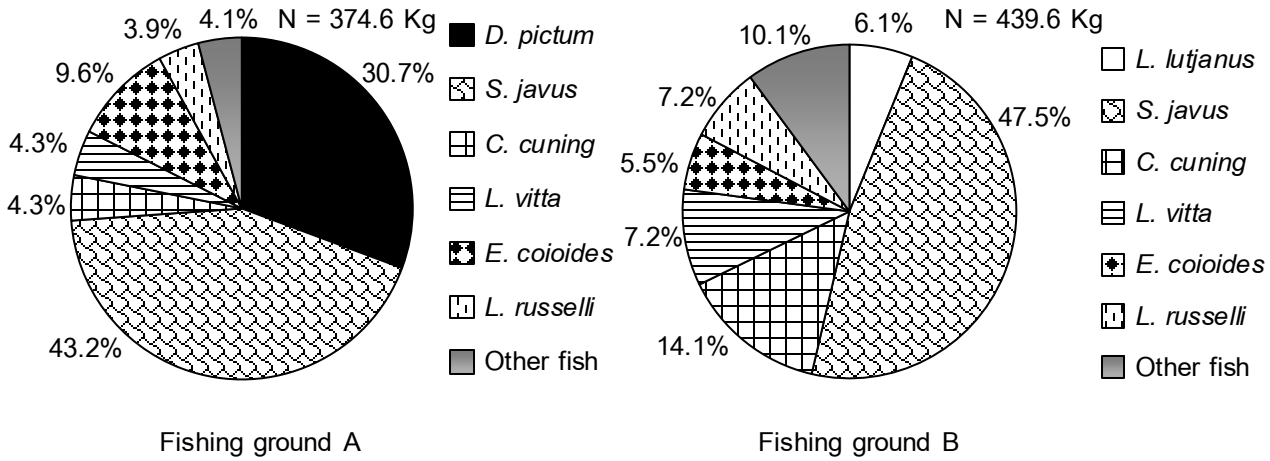
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้จากลอบปลาในทั้งสองแหล่งประมงดังรูปภาพที่ 4 (Figure 4) พบว่าชนิดสัตว์น้ำที่พบเฉพาะแหล่งประมงโซน A. มี 3 ชนิด คือปลานกแก้ว (*C. schoenleinii)* ปลาข้าวเม่าน้ำลึก (*S. rubrum* และ *M. hexagona)* ส่วนปลากระพงเหลืองขมิ้น (*L. lutjanus*) ปลากระเบนจุดฟ้า (*N. kuhlii*) และปลาสีกุนกลม (*A. mate*) พบเฉพาะแหล่งประมงโซน B ทั้งสองแหล่งประมงมีแนวโน้มของปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ที่แตกต่างกัน 5 ชนิดคือ ปลาสลิดหิน (*S. javus*) ปลาหางเหลือง (*C. cuning*) ปลาสร้อยนกเขา (*D. pictum*) ปลากะพงเหลืองข้างทาง (*L. vitta*) และปลากะพงข้างปาน (*L. russelli*) และเมื่อพิจารณาถึงผลจับสัตว์น้ำตลอด 4 เดือน พบว่า ผลจับสัตว์น้ำเฉลี่ยของปลาสร้อยนกเขา(*D. pictum*) ในสองแหล่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยในแหล่งประมงโซน A และ B เท่ากับ 2.87 ± 3.96 และ 0.42 ± 0.44 กก./ลอบ ตามลำดับ



Figure 2 GPS tracking of Fish trap operated in two fishing grounds (Black color; Fish trap operated in Fishing ground A and White color; Fish trap operated in Fishing ground B)

Table 3 Species and CPUE (Kg/trap) from Fish trap, surveyed on March – June 2016 (*Economic importance species)

	Fisher 1 (Fishing ground A.)					Fisher 2 (Fishing ground B.)				
	Average CPUE (Kg/trap)									
No. of retrieved trap	10	9	12	9	40	10	12	11	9	42
Date and Species	20-Mar	9-Apr.	7-May	4-Jun	All months	24-Mar	8-Apr	12-May	5-Jun	All months
1. *Siganus javus**	4.45	3.20	5.35	2.70	4.05	6.57	3.93	5.34	4.14	4.97
2. *Caesio cuning**	0.45	0.50	0.58	0	0.40	1.56	1.32	2.35	0.56	1.48
3. *Diagramma pictum**	1.22	0.67	1.33	8.97	2.87	0.70	0	0.18	0.96	0.42
4. *Scolopsis monograma**	0.09	0	0	0	0.02	0.30	0.08	0	0.22	0.14
5. *Pomadasys kaakan**	0.6	0.22	0.18	0.11	0.28	0	0.23	0	0	0.06
6. *Lutjanus vitta**	0.18	0.33	0	1.26	0.40	0.50	1.25	0.73	1.44	0.98
7. *Lutjanus lutjanus**	0	0	0	0	0	0.80	0.58	0.82	0.33	0.64
8. *Lutjanus russelli**	0.60	0.22	0.50	0.06	0.36	0.40	0.92	0.27	1.53	0.76
9. *Cephalopholis Formosa*	0	0	0	0.01	0	0.60	0.11	0	0.13	0.20
10. *Epinephelus quoyanus**	0	0	0	0.17	0.04	0	0.23	0	0	0.07
11. *Epinephelus coioides**	1.09	0.78	0.25	1.67	0.90	0	0.83	0.26	1.28	0.58
12. *Scarys ghobban*	0.07	0	0	0	0.02	0	0	0	0.09	0.02
13. *Choerodon schoenleinii*	0.04	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0
14. *Sargocentron rubrum*	0.01	0	0	0.02	0.01	0	0	0	0	0
15. *Myripristis hexagona*	0	0.02	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0
16. *Neotrygon kuhlii*	0	0	0	0	0	0	0.24	0.09	0.11	0.12
17. *Atule mate*	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13	0.03
Total catch	8.80	5.94	8.21	14.96	9.37	11.43	9.71	10.04	10.93	10.47



Fishing ground A Fishing ground B

Figure 3 Species and Catch composition (% by weight) from fish trap, surveyed on Mar – Jun 2016

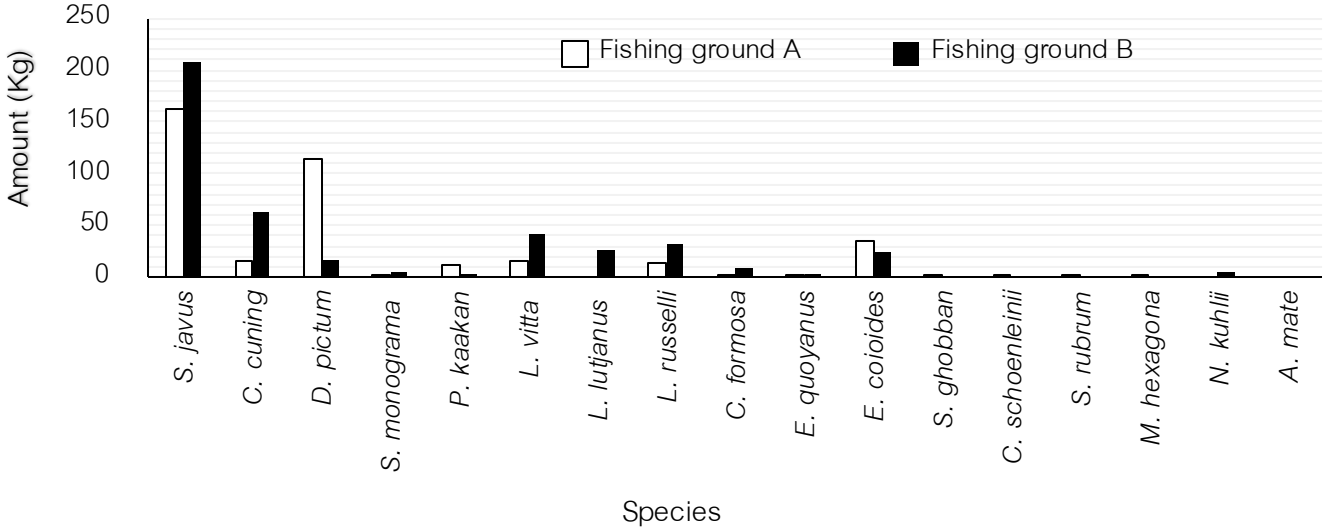


Figure 4 Pool catch from 4 months surveyed

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาสัตว์น้ำที่ได้จากการทำประมงลอบปลาบริเวณทางตะวันตกของเกาะเสม็ดสองแหล่งคือ โซน A. และ B. ของจังหวัดระยอง พบว่าทั้งสองโซนมีสัตว์น้ำที่จับได้ 17 ชนิดเป็นปลาทั้งหมด โซน A. พบปลาสลิดหิน (*S. javus*) มีผลจับเฉลี่ยรวม 4 เดือนมากที่สุดซึ่งเท่ากับ 4.05 กก./ลอบ สอดคล้องกับการสำรวจของดุสิต และ คณะ (2551) ที่ใช้ลอบในพื้นที่ศึกษาที่ใกล้เคียงกันก็พบผลจับเป็นปลาสลิดหินชนิด *S. javus* มากที่สุดเช่นเดียวกัน คาดว่าแหล่งประมงดังกล่าวเป็นบริเวณปลาสลิดหินชนิด *S. javus* อพยพย้ายถิ่นเข้ามาและเข้าครอบครองพื้นที่ในบริเวณนี้เป็นส่วนใหญ่ โซน B. ก็พบปลาสลิดหิน (*S. javus*) ที่มีผลจับเฉลี่ยรวม 4 เดือนมากที่สุดเช่นกัน ซึ่งเท่ากับ 4.97 กก/ลอบ แต่พบว่ามีความแตกต่างเมื่อเทียบกับดุสิต และ คณะ (2551) ใช้ลอบในพื้นที่ศึกษาที่ใกล้เคียงกัน พบปลากะพงเหลืองข้างทาง (*L. vitta*) มีผลจับมากที่สุด อาจเป็นไปได้ว่าในบริเวณโซน B. เกิดการแข่งขันในการเข้าครอบครองพื้นที่โดยฝูงปลาที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งฝูงปลาสลิดหินอาจมีขนาดใหญ่กว่าฝูงปลากะพงเหลืองข้างทาง จากการศึกษาของอุกกฤต (2545) ปลาทั้งสองชนิดนี้จัดเป็นกลุ่มปลาที่เคลื่อนย้ายฝูง อพยพไปแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลหลายแหล่งได้ ปลาสลิดหินอาจจะอพยพฝูงมาอาศัยแทนที่ และปลากะพงเหลืองข้างทาง ซึ่งอพยพออกจากโซน B. ไปแหล่งอื่นๆแทน เมื่อเทียบผลจับเฉลี่ยแต่ละเดือน (มี.ค. ถึง มิ.ย.) ทั้ง 4 เดือนในโซน B. พบปลาสลิดหิน (*S. javus*)มากที่สุดตลอดทั้ง 4 เดือน ซึ่งเท่ากับ 6.57, 3.93, 5.34 และ 4.14 กก./ลอบ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับโซน A. พบว่าช่วงสามเดือนแรก(มี.ค. ถึง พ.ค.) พบปลาสลิดหิน (*S. javus*) มากที่สุดเท่ากับ 4.45, 3.20 และ 5.35 โดยเดือน มิ.ย.พบปลาสร้อยนกเขา (*D. pictum*) มากที่สุดเท่ากับ 8.97 กก./ลอบ อาจเกิดจากฝูงปลาสลิดหินอพยพออกจากโซน B. ในเดือน มิ.ย. ซึ่งจะมีฝูงปลาสร้อยนกเขา ซึ่งอุกกฤต (2545) จัดให้เป็นกลุ่มปลาที่เข้ามาเยือนพื้นที่ในบางครั้งนั้นเข้ามาแทน และสอดคล้องกับการศึกษาของดุสิต และ คณะ (2551) ที่พบว่าผลจับสัตว์น้ำจากลอบปลาในแหล่งอาศัยสัตว์ทะเล ทดลองครั้งที่ 1 ได้ปลาสร้อยนกเขามากที่สุด เมื่อทดลองครั้งต่อมาพบปลากะพงเหลืองข้างทางมากที่สุด ให้เหตุผลว่าปลาสร้อยนกเขาอพยพมาอาศัยอยู่ชั่วคราวแล้วจึงอพยพไปพื้นที่อื่น เมื่อเปรียบเทียบผลจับเฉลี่ยรวม 4 เดือนในแหล่งประมงทั้ง 2 แหล่ง พบเพียงปลาสร้อยนกเขา (*D. pictum*) จากโซน A. มีค่ามากกว่า B. ($p < 0.05$) นั้นอาจเป็นเพราะว่าฝูงปลา

สร้อยนกเขาได้อพยพเข้ามาอาศัยอยู่ในแหล่งประมง A. ในช่วงเวลาหนึ่ง ในขณะที่แหล่งประมง B. ไม่มีการอพยพเข้ามาของฝูงปลาสร้อยนกเขาก็เป็นได้ ดังที่กล่าวมาข้างต้นว่าโซน A. และ B.~~ถูกจัดสร้าง~~เป็นแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลทั้งสองนั้นมีเวลาจัดสร้างที่ต่างกัน ศักยภาพที่จะดึงดูดสัตว์น้ำมาอาศัยอยู่จึงน่าจะต่างกัน สำหรับประเด็นเรื่องระยะเวลาที่ลอบอยู่ในน้ำ (soak time) จากทั้งสองแหล่งที่ต่างกันนั้น รายงานการศึกษาโดยทั่วไปพบว่าลอบที่มี soak time นานกว่าจะให้ผลการจับสัตว์น้ำมากกว่า (Dalzell and Aini, 1987; Ljungberg, 2007) อย่างไรก็ตามบางรายงานการศึกษาพบว่า soak time ที่สั้นกว่าก็สามารถให้ผลการจับสัตว์น้ำที่มากกว่าได้เช่นกัน (Luckhurst and Ward 1987; Bryhn *et al.*, 2014) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ จึงคาดว่าการทำประมงลอบปลาในแหล่งประมงบริเวณพื้นที่ศึกษา ปัจจัยของแหล่งประมงจะมีผลต่อปริมาณการจับสัตว์น้ำมากกว่าปัจจัยของ soak time

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2559. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2557**. เอกสารฉบับที่ 7/2558. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

จิตติมา อายุตตะกะ. 2536. **ชีวสถิติเบื้องต้นสำหรับวิทยาศาสตร์การประมงและวิทยาศาสตร์ทางทะเล**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โครงการวิจัยพัฒนาทรัพยากรประมงของประเทศไทย, กรมประมง. 82 หน้า.

ดุสิต ตันวิไลยและคณะ. 2550. **แหล่งอาศัยสัตว์ทะเลในจังหวัดระยอง หลังการจัดสร้าง 10 ปี**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (ระยอง), กองประมงทะเล, กรมประมง. 61 หน้า.

อุกกฤติ สตภูมินทร์. 2545. **การเข้าครอบครองพื้นที่และรูปแบบประชาคมปลาบนโครงสร้างแท่งคอนกรีตในการทดลองฟื้นฟูแนวปะการัง**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2545 สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 29 หน้า.

อัญญานี แย้มรุ่งเรือง และเจิดจินดา โชติยะปุตตะ. 2548. **การสำรวจทรัพยากรปลาหมึกจากเครื่องมือประมงลอบหมึก**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 17/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Bryhn A. C., S. Königson, S.G. Lunneryd and M. Bergenius. 2014. **Green lamps as visual stimuli affect the catch efficiency of floating cod (Gadus morhua) pots in the Baltic Sea.** Fisheries Research. 157 pp. 187-192.

Boutson, A., K. Ebata, S. Ishikawa, K. Watanabe and T. Arimoto. 2016. **Field guides on small-scale fisheries in Rayong,** Thailand. Research Institute for Humanity and Nature. 73 pp.

Dalzell, P.J. and J.W. Aini. 1987. **Preliminary results of fishing trials with arrowhead fish traps in Papua New Guinea**. South Pacific Commission. Fisheries Newsletter. 41 pp. 34-40.

Luckhurst, B. and J. W. Ward. 1987. **Behavioural dynamics of coral reef fishes in Antillian fish traps at Bermuda.** Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 38 pp. 528–546.

Ljungberg, P. 2007. **Evaluation of baited pots in the fishery for cod, (Gadus morhua) within the southeast Baltic**. Department of Biology, Lund University, Lund, Schweden 24 pp.

ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากพืชพื้นบ้านภาคเหนือของประเทศไทยต่อเชื้อ *Streptococcus agalactiae* ที่ก่อโรคในปลานิล

Antibacterial activity of crude extracts from Northern Thai local plant against *Streptococcus agalactiae* in Nile tilapia

กานดา คลาดกองทุกข์[1] อภิชาติ ศรีภัย[1] กรวรรณ ศรีงาม[1] และ มินตรา ศีลอุดม[1*]

Kanda Kladkongtug[1], Apichart Seepai[1], Korawan Sringam[1] and Mintra Seel-audom[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชพื้นบ้านภาคเหนือของประเทศไทยต่อการยับยั้งเชื้อ *Streptococcus agalactiae* ที่ก่อโรคในปลานิล โดยใช้พืชจำนวน 11 ชนิด สกัดโดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เมทานอล เฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ทำการทดสอบความต้านทานเชื้อก่อโรคด้วยวิธี disc diffusion method โดยใช้เชื้อ *S. agalactiae* 2 ไอโซเลท ได้แก่ *S. agalactiae* JP9 และ *S. agalactiae* JP17 พบว่า สารสกัดผักแปมบ้าน (*Eleutherococcus trifoliatus*) และสารสกัดผักฮ้วนหมู (*Dregea volubilis*) ที่สกัดโดยใช้เมทานอล สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* ทั้ง 2 ไอโซเลทได้ ผลการยับยั้งเชื้อ JP9 พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสเท่ากับ 18.33±0.58 และ 13.67±1.53 มม. และเชื้อ JP17 เท่ากับ 19.33±0.57 และ 11.33±0.58 มม. ตามลำดับ มะแขว่น (*Zanthoxylum rhetsa*) และผักแปมป่า (*Toddalia asiatica*) ที่สกัดโดยใช้เฮกเซน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* ได้ทั้ง 2 ไอโซเลท โดยผลการยับยั้งเชื้อ JP9 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสเท่ากับ 11.00±0.00 และ 9.67±0.58 มม. และเชื้อ JP17 เท่ากับ 11.00±0.00 และ 10.67±0.58 มม. ตามลำดับ นอกจากนี้ การใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นตัวทำละลายผักฮ้วนหมู และผักแปมป่า สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ JP9 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสเท่ากับ 10.33±2.08 และ 8.00±0.00 มม. และผักคาวตอง (*Houttuynia cordata*) และผักแปมป่า สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ JP17 เท่ากับ 12.00±1.00 และ 10.33±0.58 มม.ตามลำดับ

ABSTRACT

Aim of this study is to determine the efficacy of antibacterial activity of crude extracts from Northern Thai local plant causative agent *Streptococcus agalactiae*. Eleven species of Thai northern plants were used, for extraction using three types sovent; methanol, hexane, and dichloromethane. Antibacterial activity test was performed by disc diffusion method using 2 isolates of *S. agalactiae*, *S. agalactiae* JP9 and *S. agalactiae* JP17. The results showed that *Eleutherococcus trifoliatus* and *Dregea volubilis* extracted using methanol as solvent inhibit *S. agalactiae* both 2 isolates. It was found that diameters of clear zone with JP9 was 18.33 ± 0.58 and 13.67 ± 1.53 mm., and JP17 were 19.33 ± 0.57 and 11.33 ± 0.58 mm., respectively. *Zanthoxylum rhetsa* and *Toddalia asiatica* extracted using hexane as a solvent, can inhibit the growth of pathogenic *S. agalactiae* 2 isolates. Diameters of clear zone with JP9 were 11.00 ± 0.00 and 9.67 ± 0.58 mm. and JP17 were 11.00 ± 0.00 and 10.67 ± 0.58 mm., respectively. In addition, using dichloromethane as solvent for processing *D. volubilis* and *T. asiatica* can inhibit the growth of JP9 with diameters of clear zone were 10.33 ± 2.08, and 7.67 ± 0.58 mm. Using dichloromethane as solvent *Houttuynia cordata* and *T. asiatica* can inhibit the growth of JP17 and the diameters of clear zone were 12.00±1.00 and 10.33±0.58 millimeter, respectively.

Keyword: *Streptococcus agalactiae,* antibacterial activity, crude extracts, Northern Thai local plants

*Corresponding author; e-mail address: **mintra.s@cmu.ac.th**

[1] ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[1] Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

คำนำ

โรค Streptococcosis ที่เกิดจากเชื้อ *Streptococcus agalactiae* เป็นโรคที่สร้างความเสียหายต่อการผลิตสัตว์น้ำเป็นอย่างมาก การแพร่ระบาดของโรคสามารถพบได้ในปลาทุกขนาด ในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) จะพบการระบาดรุนแรงในฤดูร้อน จะพบการตายสูงเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่า 26 องศาเซลเซียสและตายในระยะเวลาสั้น สามารถติดต่อกันในบ่อเลี้ยงหรือกระชังเดียวกัน (Amal and Zamri-Saad, 2011; Chitmanat, 2013) อาการภายนอกที่สังเกตได้จากปลานิลที่เป็นโรค Streptococcosis คือ ตาขุ่นโปน ตัวปลามีสีเข้ม ตกเลือดบริเวณแผ่นปิดเหงือกและฐานครีบ มาอาการเซื่องซึม ว่ายน้ำช้า ว่ายน้ำแบบควงสว่านไร้ทิศทาง ปลาเสียการทรงตัว มีการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพ คือ ตับมีช่องว่างในเซลล์มากขึ้น มีการแทรกตัวของเม็ดเลือดขาว เซลล์ตับอ่อนเสื่อมสภาพ เซลล์เปลี่ยนแปรงรูปร่างและเกิดการสลายตัว ไตอักเสบและตกเลือด มีเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟซัยด์แทรกตัวจำนวนมาก พบการอักเสบที่สมองอย่างรุนแรง พบว่าองค์ประกอบเลือดของปลาที่ติดเชื้อ *S. agalactiae* จะมีค่าฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน พลาสม่าโปรตีน ปริมาณเม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือกขาวต่ำ (Al-Harbi, 1994; Suanyuk *et al*., 2005; Kitancharoen *et al*., 2006) โรคดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากการจักการที่ไม่เหมาะสม และส่งผลต่อธุรกิจการเลี้ยงปลานิลเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปเมื่อเกิดปัญหาผู้เลี้ยงนิยมใช้ยาปฏิชีวนะหรือสารเคมีในการแก้ปัญหาและรักษาโรค การแก้ปัญหาด้วยวิธีดังกล่าวหากผู้เลี้ยงขาดความรู้ความเข้าใจหรือหากใช้สารเคมีที่เกินปริมาณการใช้อาจเกิดผลเสียในระยะยาวได้ เช่น การดื้อยา หรือเกิดสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมและตัวปลาตามมาภายหลัง เพื่อป้องกันปัญหาเหล่านี้ จึงมีการศึกษาการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมี โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากพืชที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น

ในการศึกษานี้ จะนำตัวอย่างพืชพื้นบ้านภาคเหนือของประเทศไทย ที่มีศักยภาพ โดยพิจารณาจากแหล่งที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาต่ำ และส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ เพื่อทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของสารสกัดหยาบพืชพื้นบ้านภาคเหนือของประเทศไทยที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* ที่ก่อโรคในปลานิล

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารสกัดจากพืช (ดัดแปลงจากวิธีการของ Harikrishnan *et al*. (2011))

พืชในการศึกษาครั้งนี้ใช้ 11 ชนิด โดยเป็นพืชที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น และมีราคาถูก ได้แก่ ดีงูหว้า ผักขี้หูด ผักคาวตอง ผักเชียงดา ผักแปมบ้าน ผักแปมป่า ผักแส้ว ผักหนาม ผักฮาก ผักฮ้วนหมู และมะแขว่น (Table 1) นำพืชเหล่านี้ไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนพืชตัวอย่างแห้งสนิท บดให้ละเอียดแล้วแช่ในตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เมทานอล เฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ในอัตราส่วน 1:10 (w/v) โดยแช่ในขวดที่ห่อด้วยฟอยล์และเขย่าด้วยเครื่อง Orbital shaker เป็นเวลา 48 ชั่วโมง กรองตัวอย่างที่แช่ไว้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 นำของเหลวที่กรองได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบหมุน (Heidolph, Germany) เก็บสารสกัดที่ได้ในตู้ทำความเย็น 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการทดสอบต่อไป

การทดสอบคุณสมบัติสารสกัดจากพืชต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี disc diffusion method (ดัดแปลงจากวิธีการของ Kelen and Tape (2008))

เตรียมแผ่นกระดาษกรองปลอดเชื้อรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร หยดสารสกัดจากพืชที่เตรียมไว้ปริมาณ 20 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษกรอง และหยดสารที่ใช้สำหรับเจือจางสารสกัด (0.005 % tween 20)ปริมาณ 20 ไมโครลิตรลงบนกระดาษกรองเพื่อเป็นชุดควบคุม ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที ใช้ไม้พันสำลีจุ่มสารละลายเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* JP9 และ JP17 ที่มีความเข้มข้นของเชื้อประมาณ $3x10^8$ cfu/ml (เตรียมสารละลายจาก stock เชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากปลานิลที่แสดงอาการของโรค Streptococcosis) นำมาป้าย (swop) ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Muller-Hinton Agar แล้ววางแผ่นสารสกัดพืชแต่ละชนิดลงไปแล้วนำไปบ่มในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ (Incubator) (HI – TEMP, Thailand) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยใส (clear zone) บันทึกผล

Table 1 List of plants used in the experiment

Thai name	Science name	Part of Plant
ดีงูหว้า	*Tacca chantrieri*	stem, leaf, petiole, flower and pedicel
ผักขี้หูด	*Raphanus sativus*	whole plant without root
ผักคาวตอง	*Houttuynia cordata*	whole plant without root
ผักเชียงดา	*Gymnema inodorum*	whole plant without root
ผักแปมบ้าน	*Eleutherococcus trifoliatus*	stem, petiole and leaf
ผักแปมป่า	*Toddalia asiatica*	whole plant without root
ผักแส้ว	*Marsdenia glabra*	vine, stem, petiole and leaf
ผักรด	*Erythropalum scandens*	vine, stem, petiole and leaf
ผักหนาม	*Lasia spinosa*	stem, bud and leaf
ผักฮ้วนหมู	*Dregea volubilis* (Syn. *Wattakaka volubilis*)	vine, stem, petiole and leaf
มะแขว่น	*Zanthoxylum rhetsa*	seed and seed coat

การวิเคราะห์สถิติ

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยใส (clear zone) โดยใช้ Duncan' s multiple rage test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองนำสารสกัดจากพืชพื้นบ้านภาคเหนือจำนวน 11 ชนิด ที่สกัดหยาบด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ เมทานอล เฮกเซน และไดคลอโรมีเทนมาทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* JP9 และ JP17 เมื่อมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใส (Table 2) พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสของสารสกัดที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* JP9 มีความ

แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) พืชที่สกัดด้วยเมทานอลที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* JP9 ได้ดีที่สุด คือ สารสกัดผักแปมบ้าน (*E. trifoliatus*) และสารสกัดผักฮ้วนหมู (*D. volubilis*) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสเท่ากับ 18.33±0.58 และ 13.67±1.53 มิลลิเมตร มะแขว่น (*Z. rhetsa*) และผักแปมป่า (*T. asiatica*) ที่สกัดโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสเท่ากับ 11.00±0.00 และ 9.67±0.58 มิลลิเมตร การใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นตัวทำละลายผักฮ้วนหมู (*D. volubilis*) และผักแปมป่า (*T. asiatica*) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* JP9 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสเท่ากับ 10.33±2.08 และ 8.00±0.00 มิลลิเมตร เมื่อนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสของสารสกัดพืชทุกชนิดที่สกัดด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกัน พบว่า สารสกัดผักแปมบ้าน (*E. trifoliatus*) ที่สกัดด้วยเมทานอล และสารสกัดผักฮ้วนหมู (*D. volubilis*) ที่สกัดด้วยเมทานอล และมะแขว่น (*Z. rhetsa*) ที่สกัดด้วยเฮกเซน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* JP9 ได้ดีที่สุด โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสเท่ากับ 18.33±0.58 13.67±1.53 และ 11.00±0.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ

สำหรับผลการยับยั้งเชื้อ *S. agallactiae* JP17 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใส (Table 2) พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสของสารสกัดที่ยับยังการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* JP17 มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) พืชที่สกัดด้วยเมทานอลที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* JP17 ได้ดีที่สุด คือ สารสกัดผักแปมบ้าน (*E. trifoliatus*) และสารสกัดผักฮ้วนหมู (*D. volubilis*) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยใสเท่ากับ 19.33±0.57 และ 11.33±0.58 มิลลิเมตร มะแขว่น (*Z. rhetsa*) และผักแปมป่า (*T. asiatica*) ที่สกัดโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยใสเท่ากับ 11.00±0.00 และ 10.67±0.58 มิลลิเมตร ผักคาวตอง (*H. cordata*) และผักแปมป่า (*T. asiatica*) ที่สกัดโดยใช้ไดคลอโรมีเทน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* JP17 โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยใสเท่ากับ 12.00±1.00 และ 10.33±0.58 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสของสารสกัดพืชทุกชนิดที่สกัดด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกัน พบว่า สารสกัดผักแปมบ้าน (*E. trifoliatus*) ที่สกัดด้วยเมทานอล และสารสกัดผักคาวตอง (*H. cordata*) ที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน ผักฮ้วนหมู (*D. volubilis*) ที่สกัดด้วยเมทานอล และมะแขว่น (*Z. rhetsa*) ที่สกัดด้วยเฮกเซน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* JP17 ได้ดีที่สุด โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยใสเท่ากับ 19.33±0.57 12.00±1.00 11.33±0.58 และ 11.00±0.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ

จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่าสารสกัดจากพืชพื้นบ้านภาคเหนือแต่ละชนิดที่สกัดด้วยเมทานอล เฮกเซน และไดคลอโรมีเทน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* JP9 และ *S. agalactiae* JP17 ได้แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจาก *S. agalactiae* เป็นแบคทีเรียแกรมบวกซึ่งไม่มี outer membrane และ โครงสร้างของผนังเซลล์ดังเช่นแบคทีเรียแกรมลบ (Shan *et al*., 2007; Paiva *et al*., 2010) แต่ผิวเซลล์ของ *S. agalactiae* จะประกอบด้วย carbohydrate antigens และ capsular polysaccharides ซึ่ง capsular polysaccharides ที่ผิวเซลล์ของ *S. agalactiae* จะมี protein antigens ทำหน้าป้องกันไม่ให้เซลล์ของแบคทีเรียถูกทำลายจากสิ่งเร้า (Hughes *et al*., 2002) โดยความแตกต่างของชนิดของ protein antigens ที่ผิวเซลล์ *S. agalactiae* JP9 และ *S. agalactiae* JP17 อาจเป็นสาเหตุที่ส่งผลต่อการตอบสนองต่อสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน

การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของพืชต่อเชื้อ *S. agalactiae* ที่ก่อโรคในปลานิลก่อนหน้านี้มีการรายงานผลการศึกษาจากพืชหลากหลายชนิดทั้งในประเทศและต่างประเทศ (Reventer *et al*., 2014; Rattanachaikulsopon and Phumkhachorn, 2009) แต่ยังไม่มีรายงานการทดสอบในพืชท้องถิ่นภาคเหนือ แต่อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาสารสกัดใบผักฮ้วนหมูที่สกัดด้วยเอทานอล (ethanolic extract) พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย 5 ชนิด ได้แก่ *Bacillus subtilus, S. aerus, Escherichia. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, และ *Klebsiella pneumonia* (Natarajan and Dhas, 2013) เมื่อทำการวิเคราะห์ผักฮ้วนหมูที่สกัดด้วยเอทานอลด้วยเทคนิค GC-MS พบว่าผักฮ้วนหมูมีสารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ที่มีองค์ประกอบของสารต้านจุลชีพ เช่น โมโนเทอร์พีน (monoterpenes) เซสควิเทอร์พีน (sesquiterpenes) สารประกอบอะโรมาติก (aromatic aldehydes) และคีโตน (ketones) โดยที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันหอมระเหยที่พบในใบผักฮ้วนหมูสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ โดยจะส่งผลให้เกิดการแตกหักของผนังเซลล์ไซโทพลาซึม และยังไปกระตุ้นหรือยับยั้งเอนไซม์ภายในเซลล์แบคทีเรียอีกด้วย และ Yogita *et al*. (2013) ได้ทำการสกัดรากผักฮ้วนหมูด้วยเอทานอล พบว่าในรากของผักฮ้วนหมูมีสารประกอบฟีนอลเช่นกัน และยังสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย 6 ชนิด ได้แก่ *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aereus*, *B. subtilis*, *Salmonella*, *typhimurium*, และ *Klebsiella species* ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้ที่พบว่าสารสกัดผักฮ้วนหมู สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* ได้ และผักพื้นบ้านที่สามารถการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. agalactiae* ดังกล่าว อาจเป็นผลมาจากสารประกอบเหล่านี้ที่มีอยู่ในผักพื้นบ้านแต่ละชนิด

จากการทดลองนี้พบว่า พืชที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. agalactiae* ได้และมีความน่าสนใจที่จะนำไปศึกษาต่อยอดเพื่อใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลานิลของประเทศไทย คือ ผักคาวตอง (*H. cordata*) ผักแปมบ้าน (*E. trifoliatus*) ผักแปมป่า (*T. asiatica*) ผักแส้ว (*M. glabra*) ผักฮ้วนหมู (*D. volubilis*) และมะแขว่น (*Z. rhetsa*) โดย Cowan (1999) และ Cittarasu (2010) ได้รายงานว่าในผักคาวตองมีสารออกฤทธิ์ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ โดยเป็นสารในกลุ่ม total phenolics และ flavonoids อย่างไรก็ตามสารออกฤทธิ์จากพืชอาจขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายที่นำมาสกัด โดย total phenolics เป็นสารที่ไม่มีขั้ว การใช้เฮกเซนและไดคลอโรมีเทน ซึ่งเป็นสารที่มีจุดเดือดต่ำเป็นตัวทำละลายจะสามารถกำจัดออกจากสารสกัดได้ง่าย และได้รับความนิยมนำมาใช้ในการสกัดสารในกลุ่ม total phenolics และสารกลุ่ม flavonoids จึงเลือกใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย เนื่องจากเมทานอลมีความเป็นขั้วสูง จุดเดือดต่ำ ดังนั้นเมื่อใช้ตัวทำละลายต่างชนิดมาสกัดพืชชนิดเดียวกันอาจทำให้ได้สารสกัดที่ออกฤทธิ์ต่างกัน (Benzekri *et al*., 2016)

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า พืชพื้นบ้านภาคเหนือที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. agalactiae* และมีความน่าสนใจที่จะนำไปศึกษาต่อเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงปลานิลของประเทศไทย ได้แก่ ผักแปมบ้าน (*E. trifoliatus*) ที่สกัดด้วยเมทานอล ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ S. agalactiae ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ผักฮ้วนหมู (*D. volubilis*) ที่สกัดด้วยเมทานอล มะแขว่น (*Z. rhetsa*) ที่สกัดด้วยเฮกเซน ผักคาวตอง (*H. cordata*) ที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน ผักฮ้วนหมู (*D. volubilis*) ที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน และผักแปมป่า (*T. asiatica*) ที่สกัดด้วยเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน

Table 2 Antibacterial susceptibility test of crude extracts from Northern Thai local plant against *S. agalactiae* JP9 and JP17by disc diffusion method

S. agalactiae	Solution	Diameter of clearing zone (mm)											SEM	P-value
		Tacca chantrieri	*Raphanus sativus*	*Houttuynia cordata*	*Gymnema inodorum*	*Eleutherococcus trifoliatus*	*Toddalia asiatica*	*Marsdenia glabra*	*Erythropalum scandens*	*Lasia spinosa*	*Dregea volubilis*	*Zanthoxylum rhetsa*		
JP9	Methanol	0.00^{d}	0.00^{d}	7.00^{cy}	0.00^{d}	18.33^{ax}	0.00^{dz}	7.00^{cx}	0.00^{d}	0.00^{d}	13.67^{bx}	0.00^{dy}	1.12	<0.01
	N-hexane	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{cz}	0.00^{c}	0.00^{cy}	9.67^{bx}	0.00^{cy}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{cz}	11.00^{ax}	0.71	<0.01
	Dichloromethane	0.00^{c}	0.00^{c}	7.67^{bx}	0.00^{c}	0.00^{cy}	8.00^{by}	0.00^{cy}	0.00^{c}	0.00^{c}	10.33^{ay}	0.00^{cy}	0.64	<0.01
	SEM	0.00	0.00	1.23	0.00	3.06	1.50	1.67	0.00	0.00	2.11	1.83		
	P-value	ns	ns	<0.01	ns	<0.01	<0.01	ns	ns	ns	<0.01	<0.01		
JP17	Methanol	7.00^{cx}	0.00^{d}	7.00^{cy}	0.00^{d}	19.33^{ax}	0.00^{dy}	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{d}	11.33^{bx}	0.00^{dy}	1.10	<0.01
	N-hexane	0.00^{cy}	0.00^{c}	0.00^{cz}	0.00^{c}	0.00^{cy}	10.67^{bx}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{cy}	11.00^{a}	0.74	<0.01
	Dichloromethane	0.00^{cy}	0.00^{c}	12.00^{ax}	0.00^{c}	0.00^{cy}	10.33^{bx}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{cy}	0.00^{cy}	0.77	<0.01
	SEM	1.67	0.00	1.75	0.00	3.22	1.76	0.00	0.00	0.00	1.90	1.83		
	P-value	ns	ns	<0.01	ns	<0.01	<0.01	ns	ns	ns	<0.01	<0.01		

Note: ns = not significant

$^{a, b, c, d}$ Differenct superscripts in the same row indicated significantly difference (P<0.001) by DMRT.

$^{x, y, z}$ Differenct superscripts in the same column indicated significantly difference (P<0.001) by DMRT.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาสัตว-ศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณหน่วยปฏิบัติการการจัดการสุขภาพสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนเชื้อแบคทีเรีย และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยบางส่วน

เอกสารอ้างอิง

Al-Harbi, A. H. 1994. Fish isolation of *Streptococcus* sp. from hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) in Saudi Arabia. **Aquaculture** 1994(128): 195-201.

Amal, M. N. A. and M. Zamri-Saad. 2011. Streptococcosis in Tilapia (*Oreochromis niloticus*): A Review. **Pertanika J. Trop. Agric. Sci.** 34(2): 195-206.

Benzerkri, R., L. Bouslama, A. Papetti, M. Snoussi, I. Benslimene, M. Hamami and F. Liman. 2016. Isolation and Identification of an antibacterial compound from Diplotaxis harra (Forssk.) Boiss. **Industrial Crops and Products** 2016(80): 228-234.

Chitmanat, C. 2013. Tilapia Diseases. **Chiangmai Veterinary** 11(1). 75-86.

Citarasu, T. 2010. Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. **Aquacult. Int.** 18(3): 403-414.

Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. Clin. **Microbiol. Rev.** 12(4): 564-582.

Harikrishnan, R., J. S. Kim, M. C. Kim, C. Balasundaram, and M. S. Heo. 2011. *Prunella vulgaris* enhances the non-specific immune response and disease resistance of *Paralichthys olivaceus* against *Uronema marinum*. **Aquaculture** 2011(318): 61-66.

Hughes, M. J. G., J. C. Moore, J. D. Lane, R. Wilson, P. K. Pribul, Z. N. Younes, R. J. Dobson, P. Everest, A. J. Reason, J. M. Redfern, F. M. Greer, T. Pexton, M. Panico, H. R. Morris, R. G. Feidman, and J. D. Santangelo. 2002. Identification of Major Outer Surface Proteins of Streptococcus agalactiae. **American Society for Microbiolgy** 70(3): 1254-1259.

Natarajan, V. and A. S. A. G. Dhas. 2013. Phytochemical Composition and in vitro Antimicrobial, Antioxidant Activities of Ethanolic of Dregea volubilis (Linn.) leaves. **Advances in Biological Research** 7(3): 81-88.

Kelen, M. and B. Tepe. 2008. Chemical composition, antioxidant and antibacterial properties of the essential oils of three Salvia species from Turkish flora. **Bioresource Technol.** 2008(99): 4096-4104.

Kitancharoen, N., C. Hanjavanij and N. Suwannapeng. 2006. Efficiency of Vaccination with *Streptococcus agalactiae* bacterin on Streptococcosis Prevention in Nile Tilapia. **KKU Res J.** 11(1). 53-61.

Paiva, P. M. G., F. S. Gomes, T. H. Napoleao, R. A. Sa, M. T. S. Correia, and L. C. B. B. Coelho. 2010. Antimicrobial activity of secondary metabolites and lectins from plants. **Technology and Education Topic in Applied Microbiology and Microbial Reviews**: 564-582.

Rattanachaikunsopon, P. and P. Phumkhachorn. 2009. Prophylactic effect of Andrographis paniculata extracts against *Streptococcus agalactiae* infection in Nile tilapia (Oreochromis niloticus). **J. Biosci. Bioeng** 107(5): 579- 582.

Reverter, M., N. Bontemps, D. Lecchini, B. Banaigs, and P. Sasala. 2014. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives. **Aquaculture** 433: 50–61.

Shan, B., Y. Z. Cai, J. D. Brooks, and H. Corke, 2007. The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. **International Journal of Food Microbiology** 117: 112-119.

Suanyuk, N., H. Kanghear, R. Khongpradit and K. Supamattaya. 2005. *Streptococcus agalactiae* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 27(1). 307-319.

Yogita, S., A. Prachi, J. Arun and B. Maya. 2013. Antibactarial Activity of Roots of Wattakaka volubilis. **Global Journal of Pharmacology** 7(3): 283-287.

การใช้ Adjuvant เพื่อเสริมประสิทธิภาพวัคซีนของเชื้อ *Streptococcus agalactiae* ในปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.)

Efficiency of Adjuvant in Vaccine Against *Streptococcus agalactiae* Infection in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.)

ศุภวรรณ เทพรินทร์[1] กรทิพย์ กันนิการ์[2] ประพันธ์ศักดิ์ ศรีษะภูมิ[1] ศศิมนัส อุณจักร[3] และ นนทวิทย์ อารีย์ชน[1*]

Supawan Tepparin[1], Korntip Kannika[2], Prapansak Srisapoome[1], Sasimanas Unajak[3] and Nontawith Areechon[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพวัคซีน เตรียมจากเชื้อ *Streptococcus agalactiae* เลี้ยงที่ระยะเวลาต่างกันและฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลีน จากนั้นนำมาเสริมประสิทธิภาพโดยการใช้ Adjuvant (Montanide ISA 763 A VG) แบ่งเป็น 6 ชุดการทดลองคือชุดควบคุม (0.85% NaCl), ชุดวัคซีนไม่เสริม Adjuvant, ชุดวัคซีนเสริม Adjuvant 5%, 10%, 20%, และ 50% ด้วยวิธีฉีดเข้าช่องท้องเพียงครั้งเดียว เพื่อศึกษาระยะเวลาในการป้องกันโรคตลอดระยะเวลา 3 เดือน พบว่าวัคซีนของเชื้อเลี้ยงที่ 24 ชั่วโมง มีระดับ Antibody titer และอัตรารอดสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และเมื่อนำวัคซีนดังกล่าวเสริมด้วย Adjuvant พบว่า ที่ความเข้มข้น 20% และ 50% ในเดือนที่ 2 และ 3 มีอัตรารอดที่สูงและแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุมและชุดวัคซีนไม่เสริม Adjuvant และมี ค่า RPS สูงกว่าชุดวัคซีนไม่เสริม Adjuvant อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนการวิเคราะห์ระดับ Antibody titer พบว่าเฉพาะวัคซีนที่เสริม Adjuvant 20% มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม

ABSTRACT

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.) were immunized with formalin-killed *S. agalactiae* vaccine prepared from different bacteria culture period and the effects on vaccine efficacy were evaluated. The effect of adjuvant (Montanide ISA 763 A VG) on the vaccine efficacy was also conducted with concentration of 0, 5, 10, 20 and 50% adjuvant. We found that 24 hour culture induced the significantly higher antibody titer, survival rate and RPS than other treatments (P<0.05). Adjuvant at 20% and 50% induced significantly higher protection (survival and RPS value) after 3 month of experimental trial (P<0.05). However, only antibody titer of adjuvant 20% was significantly higher than control (P<0.05). This study supports the benefit of adjuvant application in the *S. agalactiae* vaccine for the prolong protection of tilapia culture.

Key words: *Streptococcus agalactiae*, vaccine, adjuvant, *Oreochromis niloticus*

*Corresponding author; e-mail address: **ffisnwa@ku.ac.th**

[1] ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2] สาขาการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

[2] School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

[3] ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900

[3] Department of Biochemistry, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงปลานิลในประเทศไทยเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนา โดยมีการเลี้ยงอย่างหนาแน่น ซึ่งหากมีการจัดการที่ไม่ดี จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์น้ำ และเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบาด โดยโรคที่สร้างความเสียหายให้แก่ระบบธุรกิจเพาะเลี้ยงปลานิลมากที่สุด เกิดจากเชื้อแบคทีเรียในสกุล *Streptococcus agalactiae* ซึ่งสร้างความเสียหายอย่างมากต่อผลผลิต ในการป้องกันและรักษา เกษตรกรบางส่วนยังคงใช้ยาปฏิชีวนะ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และปัญหาเรื่องการตกค้างของสารเคมี

จากปัญหาข้างต้น จึงได้มีการวิจัยเพื่อป้องกันโรคชนิดนี้ โดยวิธีการให้วัคซีนเพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกันและสร้างความต้านทานโรคจากเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* โดยการให้วัคซีนมีหลายรูปแบบ แต่มีปัญหาทางด้านประสิทธิภาพและระยะเวลาในการป้องกันโรค ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้ Adjuvant เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันโรค (Tafalla *et al*., 2013) Adjuvant ช่วยเสริมประสิทธิภาพของวัคซีนให้มีระยะเวลาในการป้องกันโรคได้ยาวนานยิ่งขึ้น ด้วยการจับตัวกันระหว่าง Adjuvant และวัคซีนทำให้เกิดการค่อย ๆ หลั่งแอนติเจนเพื่อกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ โดย Adjuvant มีหลายรูปแบบ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เป็นแบบ water in oil (metabolizable oil) ภายใต้ชื่อการค้า Montanide ISA 763 A VG เนื่องจากเป็นสูตรที่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพและมีความเสถียรมากขึ้น อีกทั้งยังลดผลข้างเคียงที่อาจเกิดกับสัตว์น้ำ และยังเป็นสูตรที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอีกด้วย (Ravelo *et al.,* 2006) การทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเลี้ยงเชื้อ *S. agalactiae* ในห้องทดลองในการเป็น Immunogenicity ที่ดีของวัคซีน และศึกษาประสิทธิภาพในการต้านทานโรคของวัคซีนเมื่อเสริมด้วย Adjuvant ที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเป็น Immunogenicity ของวัคซีนเชื้อ *S. agalactiae* ที่เลี้ยงที่ระยะเวลาต่างกัน

1.1 วางแผนการทดลองและการเตรียมสัตว์ทดลอง

ปลานิลน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 35 กรัม จำนวน 1,200 ตัว จากมานิตฟาร์ม จังหวัดเพชรบุรี วางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) มีทั้งหมด 8 ชุดการทดลองย่อย ชุดละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 50 ตัว แบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลองใหญ่ คือ ชุดการทดลองที่ได้รับวัคซีนที่เตรียมด้วยเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* serotype Ia (KKN 3/1 (L)) และ *S. agalactiae* serotype III (UBN 6/2 (K)) โดยการทดลองแบ่งเป็นระยะเวลาในการเลี้ยงแบคทีเรียทั้ง 2 serotype คือ 18, 24 และ 36 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังนั้นจะมีชุดการทดลองทั้งหมด 8 ชุดการทดลอง คือ

Treatment	Vaccine *S. agalactiae* (serotype Ia) (Culture period)	Treatment	Vaccine *S. agalactiae* (serotype III) (Culture period)
T1	Inject with 0.85 % NaCl (Control)	T5	Inject with 0.85 % NaCl (Control)
T2	18 hour	T6	18 hour
T3	24 hour	T7	24 hour
T4	36 hour	T8	36 hour

เลี้ยงปลานิลแต่ละชุดการทดลองในบ่อซีเมนต์ขนาด 1.5 ลูกบาศก์เมตร ปริมาตรน้ำ 1 ตัน ให้อาหารและอากาศอย่างเพียงพอตลอดการทดลอง มีการไหลเวียนของน้ำตลอด 24 ชั่วโมง อุณหภูมิตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 28 – 32°C คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

1.2 การเตรียมแบคทีเรียและวัคซีนเชื้อ *S. agalactiae*

เชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* serotype Ia และ III จากห้องปฏิบัติการสุขภาพสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน นำมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Brain Heart Infusion Agar (BHIA) บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ได้โคโลนีเดี่ยว จากนั้นเพิ่มปริมาณเชื้อในอาหาร Brain Heart Infusion Broth (BHIB) ปริมาณ 500 ml บ่มใน Incubator Shaker ที่อุณหภูมิ 37°C ความเร็ว 130 รอบ/นาที เป็นเวลา 18, 24 และ 36 ชั่วโมง ตามลำดับและนำไปเตรียมวัคซีนโดยวิธี Formalin-killed ที่ดัดแปลงจาก ธารทิพย์และคณะ (2558)

1.3 การให้วัคซีนและการกระตุ้นภูมิคุ้มกันซ้ำ

ให้วัคซีนทุกชุดการทดลองโดยการฉีดเข้าทางช่องท้อง ปริมาตร 0.1 ml ให้วัคซีน 2 ครั้ง คือ วันแรกของการเลี้ยง และกระตุ้นภูมิคุ้มกันซ้ำในสัปดาห์ที่ 4 ของแต่ละชุดการทดลอง

1.4 การเก็บข้อมูล

1.4.1. การทดสอบการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะโดยการตรวจวัด Antibody titer

ทำการสุ่มเก็บซีรั่มจากปลาตัวอย่าง 10 ตัว/ชุดการทดลอง ในทุก ๆ สัปดาห์ตลอดการทดลอง เพื่อศึกษาหาระดับ Antibody titer ด้วยวิธีการ Direct agglutination โดยการเจือจางความเข้มข้นของซีรั่มแบบ two-fold dilution และเติม Antigen ที่ดัดแปลงจาก ภิรัตน์และคณะ (2550) โดยการทดสอบระดับ Antibody titer ของปลาแต่ละตัวในแต่ละชุดการทดลอง จะทำการทดสอบกับ Antigen ของเชื้อแต่ละกลุ่ม โดยแยกเป็น *S. agalactia*e serotype Ia และ III

1.4.2 การทดสอบความคุ้มโรค (Challenge test)

ทดสอบความคุ้มโรคของปลาในแต่ละชุดการทดลอง โดยทดสอบกับเชื้อ *S. agalactiae* ตาม serotype ของวัคซีน แบ่งการทดสอบเป็น 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 เมื่อให้วัคซีนเพียงครั้งเดียว (เลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์) และครั้งที่ 2 เมื่อให้วัคซีนกระตุ้นภูมิซ้ำ (เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์) โดยทำการฉีดเชื้อแบคทีเรีย ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU/ml ปริมาตร 0.2 ml เข้าช่องท้อง บันทึกอัตราการตายและสังเกตอาการของโรคเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์หรือจนกว่าไม่มีการตายของปลาทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพวัคซีนจากค่าอัตรารอด และค่า Relative Percent Survival (RPS) หรือ สัมประสิทธิความคุ้มโรค ตามสมการ

$$RPS = 1 - \left(\frac{\%\,\text{mortality of vaccinated fish}}{\%\,\text{mortality of control fish}} \right) \times 100$$

1.5 วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีการของ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของวัคซีนที่เสริมด้วย Adjuvant

2.1 วางแผนการทดลองและการเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้ปลานิลน้ำหนักเฉลี่ย ประมาณ 35 กรัม จำนวน 1,440 ตัว จากมานิตฟาร์ม แบ่งเป็น 6 ชุดการทดลอง ชุดละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 80 ตัว เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 1.5 ลูกบาศก์เมตร ปริมาตรน้ำ 1 ตัน ให้อาหารและอากาศอย่างเพียงพอ มีการไหลเวียนของน้ำตลอด 24 ชั่วโมง วางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยคัดเลือกชุดวัคซีนที่เลี้ยงที่ชั่วโมงที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 การทดลองนี้จะทำวัคซีนผสมของเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* ทั้ง 2 serotype (Combine vaccine) และทำการเสริมด้วย Adjuvant (Montanide ISA 763 A VG) โดยแบ่งเป็น 6 ชุดการทดลอง คือ ชุดควบคุมฉีดด้วย น้ำเกลือ 0.85% ชุดวัคซีนไม่ผสม Adjuvant และชุดที่ฉีดด้วยวัคซีนผสม Adjuvant ที่ 5, 10, 20 และ 50 เปอร์เซ็นต์

2.2 การเตรียมแบคทีเรียและวัคซีนเชื้อ *S. agalactiae*

ขั้นตอนการเลี้ยงและเตรียมแบคทีเรีย ดังข้างต้น (ข้อ 1.2) โดยคัดเลือกชุดวัคซีนที่เลี้ยงที่ชั่วโมงที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 โดยใช้เชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* ทั้ง 2 serotype (Combine vaccine) ในอัตราส่วน 1:1 และทำการเสริมด้วย Adjuvant (Montanide ISA 763 A VG) ที่ 0, 5, 10, 20 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่อง Homogenizer mixer ยี่ห้อ IKA T25 digital ULTRA – TURRAX ที่ความเร็วรอบประมาณ 2,000 รอบ/นาที ประมาณ 5 นาที โดยใช้วัคซีนที่เตรียมเสร็จทันที

2.3 การให้วัคซีน

การให้วัคซีนในปลาทดลองตามชุดการทดลองที่วางไว้ยกเว้นชุดควบคุมจะฉีดด้วย 0.85% NaCl ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ด้วยวิธีการฉีดเข้าทางช่องท้อง ปริมาตร 0.1 ml โดยให้วัคซีนเพียงครั้งเดียว ไม่มีการกระตุ้นภูมิซ้ำ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 3 เดือน

2.4 การเก็บข้อมูล

2.4.1. การตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะโดยการตรวจวัด Antibody titer

ทำการสุ่มเก็บซีรั่มจากปลาตัวอย่าง 10 ตัว/ชุดการทดลอง หลังได้รับวัคซีนที่ 7, 14, 21, 28, 60 และ 90 วัน เพื่อศึกษาหาระดับ Antibody titer ด้วยวิธีการ Direct agglutination (ตามวิธีการข้อที่ 1.4.1) โดยการทดสอบระดับ Antibody titer ในซีรั่มของปลาในแต่ละชุดการทดลอง โดยทำการทดสอบกับ Combine antigen ของเชื้อ *S. agalactiae* serotype Ia และ III

2.4.2 การทดสอบความคุ้มโรค (Challenge test)

ทดสอบความคุ้มโรคของปลาที่ได้รับวัคซีนเสริม Adjuvant ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันทุก ๆ เดือน เป็นเวลา 3 เดือน โดยการฉีดเชื้อ *S. agalactiae* serotype III เพียงอย่างเดียว (เนื่องจาก serotype III มีความรุนแรงมากกว่า serotype Ia) ที่ความเข้มข้น 10^8 CFU/ml ปริมาตร 0.2 ml เข้าช่องท้อง บันทึกอัตราการตายและสังเกตอาการของโรคเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ หรือจนกว่าไม่มีการตายของปลาทดลอง เพื่อประเมินประสิทธิภาพวัคซีนจากค่าอัตรารอด และค่า Relative Percent Survival (RPS) หรือสัมประสิทธิความคุ้มโรค (ดังสมการข้อที่ 1.4.2)

2.5 วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลดังข้างต้น (ข้อ 1.5)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเป็น Immunogenicity ของวัคซีน ที่เลี้ยงที่ระยะเวลาต่างกัน

1.1 ผลของวัคซีนต่อระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะโดยการตรวจวัดระดับ Antibody titer

จาก Figure 1 หลังการให้วัคซีนครั้งแรก พบว่า ระดับ Antibody titer ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างชุดที่ได้รับวัคซีน (P>0.05) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม (P<0.05) ภายหลังฉีดกระตุ้นวัคซีนครั้งที่ 2 พบว่า ปลานิลที่ได้รับวัคซีนทุกชุดการทดลอง มีระดับ Antibody titer สูงขึ้น และแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (P<0.05) โดยสัปดาห์แรก วัคซีนที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 36 ชั่วโมงมีค่า Antibody titer แตกต่างทางสถิติกับชุดที่ได้รับวัคซีนอื่น ๆ (P<0.05) และในสัปดาห์ที่ 2 วัคซีนที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีค่า Antibody titer สูงที่สุด โดยมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดที่ได้รับวัคซีนอื่น ๆ (P<0.05)

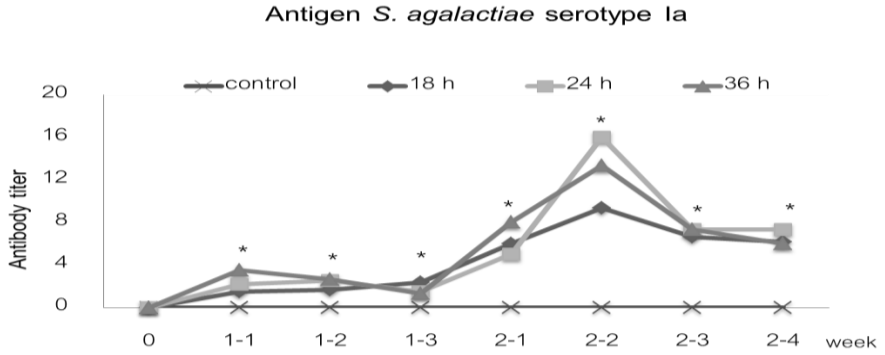


Figure 1 Average antibody titer after immunization with *S. agalactiae* (serotype Ia) vaccine.

* Indicated the significant difference between treatments in each week (P<0.05).

จาก Figure 2 หลังการให้วัคซีนครั้งแรกและการฉีดกระตุ้นวัคซีนซ้ำครั้งที่ 2 พบระดับ Antibody titer เป็นไปในทิศทางเดียวกับชุดวัคซีน *S. agalactiae* serotype Ia คือ การให้วัคซีนครั้งแรก ชุดที่ได้รับวัคซีนมีระดับ Antibody titer สูงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม (P<0.05) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดที่ได้รับวัคซีน (P>0.05) ภายหลังฉีดกระตุ้นวัคซีนครั้งที่ 2 ปลานิลที่ได้รับวัคซีนทุกชุดการทดลอง มีระดับ Antibody titer สูงขึ้น และแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (P<0.05) โดยสัปดาห์แรก วัคซีนที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 36 ชั่วโมงมีค่า Antibody titer แตกต่างทางสถิติกับชุดที่ได้รับวัคซีนอื่น ๆ (P<0.05) และในสัปดาห์ที่ 2 วัคซีนที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าสูงที่สุดและลดลงช้ากว่าชุดที่ได้รับวัคซีนอื่น ๆ (P<0.05)

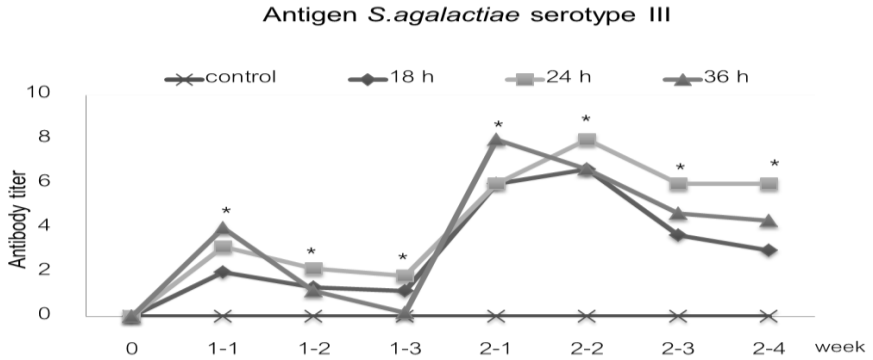


Figure 2 Average antibody titer after immunization with *S. agalactiae* (serotype III) vaccine.

* Indicated the significant difference between treatments in each week (P<0.05).

1.2 การทดสอบความคุ้มโรค

การทดสอบความคุ้มโรคด้วยเชื้อ *S. agalactiae* serotype Ia (Figure 3A) พบว่า อัตรารอดในเดือนที่ 1 และ เดือนที่ 2 ของปลานิลชุดที่ได้รับวัคซีนทุกชุดมีอัตรารอดสูงกว่าชุดควบคุม โดยปลานิลชุดที่ได้รับวัคซีนที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีอัตรารอดสูงที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดที่ได้รับวัคซีนอื่น ๆ (P<0.05) ส่วนค่า RPS (Figure 3B) พบว่าในเดือนแรกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) แต่ในเดือนที่ 2 พบว่าปลาชุดที่ได้รับวัคซีนที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีค่า RPS เท่ากับ 48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงที่สุดและแตกต่างทางสถิติกับชุดที่ได้รับวัคซีนอื่น ๆ (P<0.05)

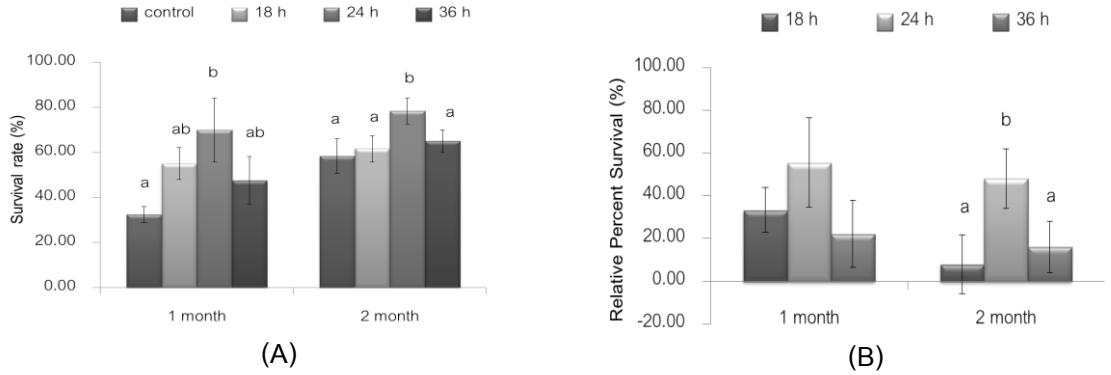


Figure 3 Percent of survival rate (**A**) and Relative Percent Survival (RPS) (**B**) of vaccinated Nile tilapia after challenged with *S. agalactiae* (serotype Ia). Significant differences were indicated by different letters within the same month (P<0.05).

การทดสอบความคุ้มโรคด้วยเชื้อ *S. agalactiae* serotype III (Figure 4A) พบว่า ปลาชุดที่ได้รับวัคซีนที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีอัตรารอดสูงสุดและแตกต่างกับชุดควบคุม (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับชุดที่ได้รับวัคซีนอื่น ๆ (P>0.05) และเดือนที่ 2 พบว่าปลาชุดที่ได้รับวัคซีนทุกชุดมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (P<0.05) โดยชุดวัคซีนที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าสูงสุด ส่วนค่า RPS (Figure 4B) พบว่าทั้ง 2 เดือนในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยวัคซีนที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีค่า RPS สูงกว่าวัคซีนอื่น ๆ

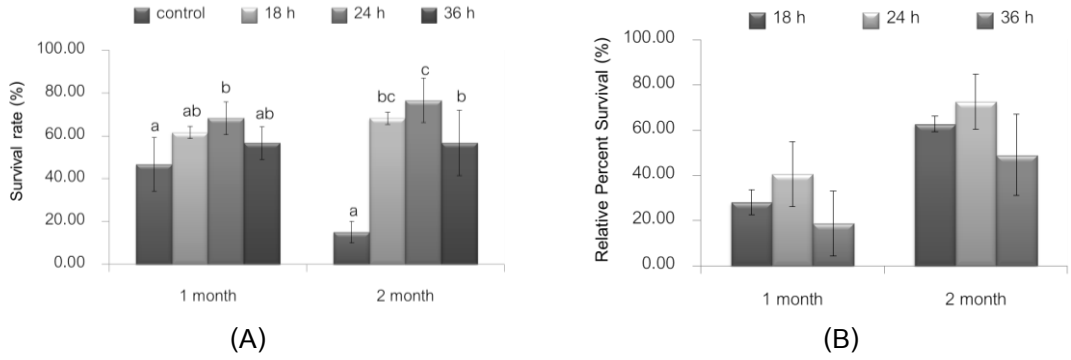


Figure 4 Percent of survival rate (**A**) and Relative Percent Survival (RPS) (**B**) of vaccinated Nile tilapia after challenged with *S. agalactiae* (serotype III). Significant differences were indicated by different letters within the same month (P<0.05).

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของวัคซีนที่เสริมด้วย Adjuvant

2.1 ผลของวัคซีนต่อระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะโดยการตรวจวัดระดับ Antibody titer

จาก Figure 5 ระดับ Antibody titer ระหว่างทุกชุดการทดลองให้ผลแตกต่างกันตามเวลาของการเก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะการเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับวัคซีนและระหว่างชุดที่ได้รับวัคซีนด้วยกัน พบว่าปลาชุดที่ได้รับวัคซีนทุกชุดมีระดับ Antibody titer สูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 ยกเว้นชุดที่เสริม Adjuvant 10% ที่ขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 และลดลงในสัปดาห์ถัดไป โดยชุดที่ไม่เสริม Adjuvant มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดที่ได้รับวัคซีนเสริม Adjuvant ที่ 10, 50 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมที่ไม่ได้รับวัคซีน (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดที่ได้รับวัคซีนเสริม Adjuvant ที่ 5 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) เมื่อผ่านไป 8 สัปดาห์ พบว่า ระดับ Antibody titer ของชุดวัคซีนที่เสริมด้วย Adjuvant 20% เท่านั้นที่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับวัคซีน (P<0.05)

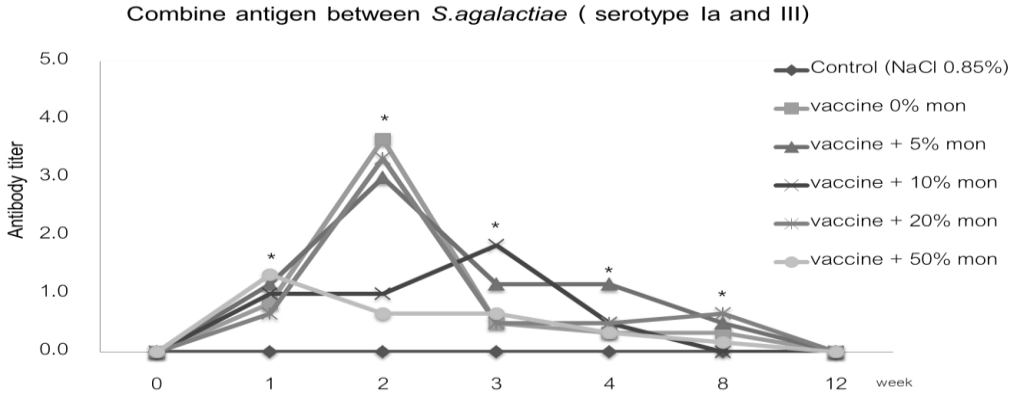


Figure 5 Average antibody titer after immunization with Combine vaccine (serotype Ia and III) with different concentration of adjuvant.

*Indicated the significant difference between treatments in each week (P<0.05).

2.2 การทดสอบความคุ้มโรค

ภายหลังการฉีดเชื้อ *S. agalactiae* serotype III พบว่า ปลานิลที่ได้รับวัคซีนทุกชุดการทดลอง มีอัตรารอดสูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้รับวัคซีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดทั้ง 3 เดือน (P<0.05) (Figure 6) ส่วนการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Adjuvant ที่ระดับต่าง ๆ พบว่าในเดือนที่ 1 การเสริม Adjuvant ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของวัคซีน โดยมีอัตรารอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในเดือนที่ 2 และ 3 พบว่า ปลาชุดที่ได้รับวัคซีนที่เสริม Adjuvant 20 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรารอดสูงแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับวัคซีนที่เสริม Adjuvant ชุดอื่น ๆ (P>0.05) แต่แตกต่างทางสถิติกับชุดวัคซีนที่ไม่ได้เสริม Adjuvant (P<0.05) (Figure 6)

ค่า RPS (Figure 7) ในเดือนที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทุกชุดการทดลอง (P>0.05) ส่วนเดือนที่ 3 พบว่า ปลาที่ได้รับวัคซีนที่เสริม Adjuvant 20 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า RPS สูงกว่าชุดที่ไม่ได้เสริม Adjuvant (P<0.05)

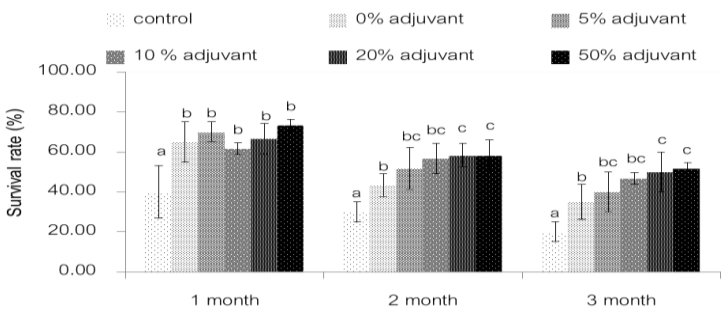


Figure 6 Percent survival of vaccinated Nile tilapia after challenged with *S. agalactiae*. Vaccine was mixed with different concentrations of adjuvant. Significant differences were indicated by different letters within the same month (P<0.05).

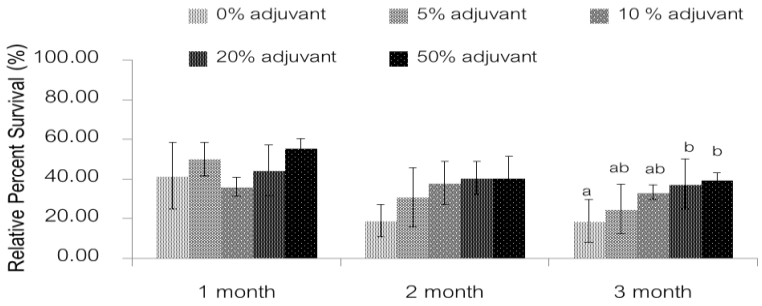


Figure 7 Relative Percent Survival (RPS) of vaccinated Nile tilapia after challenged with *S. agalactiae*. Vaccine was mixed with different concentrations of adjuvant. Significant differences were indicated by different letters within the same month (P<0.05).

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 : ศึกษาความเป็น Immunogenicity ของวัคซีน ที่เลี้ยงเชื้อที่ระยะเวลาต่างกัน

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเวลาการเลี้ยงเชื้อมีผลต่อประสิทธิภาพของการนำไปเตรียมเป็นวัคซีนในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะเวลาการเลี้ยงเชื้อที่สั้นหรือนานเกินไปมักจะทำให้ระดับของ immunogenicity ลดลง อย่างไรก็ตาม ไม่พบการศึกษาในประเด็นนี้กับเชื้อ *S. agalactiae* ที่แยกได้จากสัตว์น้ำ แต่พบบ้างในเชื้ออื่น เช่น รายงานของ Tharmaraj and Shah (2003) ที่ทำการศึกษาระยะเวลาและสภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยง *Streptococcus thermophilus* ที่อุณหภูมิต่าง ๆ และ เวลาต่าง ๆ พบว่า *S. thermophilus* มีความเหมาะสมในการเลี้ยงในสภาวะให้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง มากที่สุด จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าจากการเลี้ยงเชื้อ *S. agalactiae* ทั้ง serotype Ia และ III ที่ 18, 24 และ 36 ชั่วโมง มีผลต่อประสิทธิภาพของวัคซีน โดยภาพรวมการใช้เชื้อที่ 18 ชั่วโมง ให้ประสิทธิภาพต่ำสุด ส่วนที่ 24 และ 36 ชั่วโมง ให้ผลคล้ายกัน แต่เมื่อพิจารณาร่วมกันทั้งค่า antibody titer และความคุ้มโรค จะเห็นได้ว่า วัคซีนของทั้ง 2 serotype ที่เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมงให้ระดับ Antibody titer สูงและค่อนข้างคงที่กว่าชุดการทดลองอื่น รวมทั้งมีอัตรารอดสูงสุดหลังการทดสอบความคุ้มโรคและมีประสิทธิภาพวัคซีน (ค่า RPS) สูงที่สุดด้วย

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของวัคซีนที่เสริมด้วย Adjuvant

ผลการทดลองพบว่า ทุกชุดการทดลองวัคซีนที่มีการเสริม Adjuvant และไม่เสริม Adjuvant มีอัตรารอดสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยชุดการทดลองวัคซีนที่มีการเสริม Adjuvant ที่ระดับความเข้มข้น 20 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า RPS และอัตรารอดสูงกว่าชุดวัคซีนที่ไม่มีการเสริม Adjuvant อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ บัณฑิตย์และสุรพงษ์ (2552) ที่ทำการทดสอบความต้านทานโรค *S. agalactiae* ในปลานิล หลังฉีดกระตุ้นวัคซีนครั้งที่ 2 พบว่า ปลาชุดที่ให้วัคซีนเสริม Adjuvant (Freund's complete adjuvant) ที่ความเข้มข้น 50% มีอัตรารอด 93.56% และมีระดับ Antibody titer สูงกว่าชุดวัคซีนที่ไม่เสริม Adjuvant และชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองครั้งนี้ พบว่ามีความสอดคล้องกันเฉพาะทางด้านอัตรารอดที่สูงกว่าชุดวัคซีนที่ไม่เสริม Adjuvant และชุดควบคุมที่ไม่ได้ให้วัคซีน แต่การเสริม Adjuvant ในการทดลองนี้ไม่มีผลอย่างชัดเจนต่อระดับ Antibody titer อาจเป็นไปได้ว่าการทดลองครั้งนี้ทำการฉีดวัคซีนเพียงครั้งเดียวจึงทำให้มีการกระตุ้น Antibody ได้ไม่ดีเท่าการฉีดวัคซีน 2 ครั้ง นอกจากใช้ Adjuvant เสริมในวัคซีนแล้ว ยังมีการใช้ Adjuvant เพียงอย่างเดียวในการทดสอบความต้านทานโรค ตามรายงานของ Roldan (2014) ได้ทำการทดสอบความต้านทานโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียชนิด *Francisella noatunensis* ในปลานิลแดง พบว่าวัคซีนที่เสริมด้วย Adjuvant (Montanide ISA763 A VG) ที่ความเข้มข้น 70% มีค่า RPS 100% และชุด PBS ที่เสริมด้วย Adjuvant มีค่า RPS 46.6% เนื่องจาก Adjuvant เป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพวัคซีนที่มีอยู่หลากหลายชนิด จากรายงานของ Huang *et al.* (2014) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ Formalin killed vaccine ที่เสริมด้วย Adjuvant AS-F และ เสริมด้วย Adjuvant ISA 763 A VG ในการต้านทานเชื้อ *S. iniae* ในปลาเก๋า พบว่า หลังการฉีดกระตุ้นวัคซีนซ้ำครั้งที่ 2 ในเดือนที่ 1 และ 3 ชุดวัคซีนที่เสริมด้วย Adjuvant ISA 763 AV G มีค่า RPS, IgM และระดับการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันหลังการทดสอบความคุ้มโรคได้แก่ IL-1β และ TNF-α ที่สูงขึ้นและแตกต่างจากกลุ่มทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และในเดือนที่ 6 พบค่า Phagocytic activity สูงและแตกต่างจากกลุ่มทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กล่าวได้ว่า วัคซีนที่เสริมด้วย Adjuvant สามารถกระตุ้นได้ทั้งภูมิคุ้มกันที่จำเพาะเจาะจงและไม่จำเพาะเจาะจง สอดคล้องกับรายงานของ Wang *et al.* (2014) ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพวัคซีนต้านทานเชื้อ *S. agalactiae* ในปลานิล ซึ่งสกัด Antigen จากโปรตีนบนผิวของ *S. agalactiae* (PKG และ OCT) พบว่า ชุดวัคซีน PKG ที่ผสมกับ whole cell vaccine ซึ่งเสริมด้วย Adjuvant (ISA 763 A VG) ความเข้มข้น 70% มีการแสดงออกของยีน IL-1β และ TNF-α และมีอัตรารอด 82.4% ซึ่งมีค่าสูงกว่าชุดควบคุมและชุดวัคซีน PKG ที่ไม่ผสมกับ whole cell vaccine เสริม Adjuvant อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) Jaafar *et al.* (2015) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของวัคซีนที่เสริม Adjuvant (Montanide ISA 763 A VG) เพื่อต้านทานเชื้อ *Yersinia ruckeri* ในปลา rainbow trout พบว่า ชุดวัคซีนที่เสริมด้วย Adjuvant ความเข้มข้น 50% ให้อัตรารอดสูงสุด คือ 97% ค่า Antibody (IgM) ที่ตรวจสอบด้วยวิธี ELISA พบว่ามีค่าสูงและแตกต่างจากชุดควบคุม (P<0.05) และมีการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันหลังการทดสอบความต้านทานโรค ได้แก่ INFγ , TNF-α เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (P<0.05)

จากรายงานวิจัยข้างต้น พบว่า มีการให้วัคซีนเสริม Adjuvant ในรูปแบบที่หลากหลายทั้งวิธีการ และระดับความเข้มข้นของ Adjuvant โดยการทดลองนี้ เล็งเห็นถึงวิธีและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการนำไปใช้งานในระดับธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พบว่าการให้วัคซีนเสริม Adjuvant โดยไม่มีการฉีดกระตุ้นภูมิซ้ำมีระดับ Antibody titer ต่ำลง ตั้งแต่ช่วงสัปดาห์ที่ 3 และในเดือนที่ 3 ไม่พบค่า Antibody titer และแม้อัตรารอดและค่า RPS ของเดือนที่ 1 จะสูงกว่าเดือนที่ 2 และ 3 แต่อย่างไรก็ตามผลการทดสอบประสิทธิภาพวัคซีนโดยพิจารณาจากค่า RPS ในเดือนที่ 3 พบว่าชุดวัคซีนที่เสริม Adjuvant 20 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า RPS เท่ากับ 37.5 และ 39.8 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับวัคซีนแต่ไม่เสริม Adjuvant อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แม้ค่า RPS จะไม่สูงมากนัก แต่ก็แสดงถึงความสามารถในการต้านทานโรค *S. agalactiae* ที่มีประสิทธิภาพกว่าชุดการทดลองที่ได้รับวัคซีนไม่เสริม Adjuvant

สรุป

จากการศึกษาความเป็น Immunogenicity ของวัคซีนเชื้อ *S. agalactiae* ที่เลี้ยงที่ระยะเวลาต่างกัน พบว่า วัคซีนของเชื้อที่เลี้ยงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีความเป็น Immunogenicity ดีที่สุด โดยพิจารณาจากค่า Antibody titer, ความสามารถในการต้านทานโรค และ ประสิทธิภาพของวัคซีนที่พิจารณาจากค่า RPS และเมื่อนำวัคซีนที่เลี้ยงที่ 24 ชั่วโมง เสริมด้วย Adjuvant (Montanide ISA 763 A VG) พบว่า ที่ความเข้มข้น 20 และ 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มระยะเวลาการต้านทานโรคต่อเชื้อ *S. agalactiae* ในปลานิลได้ โดยมีอัตรารอดสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ และมีค่า RPS ในเดือนที่สามเท่ากับ 37.5 และ 39.8 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มวัคซีนที่ไม่เสริม Adjuvant (P<0.05) ดังนั้นหากมีการทดลองโดยการฉีดวัคซีนกระตุ้นภูมิซ้ำของทั้งชุดที่ไม่เสริม Adjuvant และเสริม Adjuvant อาจเห็นความแตกต่างของประสิทธิภาพในการต้านทานโรคและประสิทธิภาพของวัคซีนมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ Development of Aquaculture Technology for Food Security and Food Safety for the Next Generation, SATREPS Program โดยการสนับสนุนของ Japan International Cooperation Agency (JICA) และ Japan Science and Technology Agency (JST) ขอขอบพระคุณ สพ.ญ.ปริญทิพย์ วงศ์ไทย ที่ให้ความเอื้อเฟื้อ Adjuvant (Montanide ISA 763 A VG) ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ธารทิพย์ ว่องไวไพโรจน์, ประพันธ์ศักดิ์ ศีรษะภูมิ, ศศิมนัส อุณจักร์ และนนทวิทย์ อารีย์ชน. 2558. **ประสิทธิภาพของวัคซีน *Streptococcus agalactiae* ที่เตรียมด้วยวิธีต่างกันต่อภูมิคุ้มกันของปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.)**. ในรายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่53 (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล และ สุรพงษ์ โยวะราช. 2552. ประสิทธิภาพวัคซีนผสมฟรอยด์คอมพลีทแอดจูแวนท์ในการป้องกันโรคสเตรปโตคอคโคซิสในปลานิล. **วารสารสัตวแพทย์ศาสตร์ มข**. 19: 188-196.

ภิรัตน์ มั่นใจอางค์, นนทวิทย์ อารีย์ชน, ประพันธ์ศักดิ ศีรษะภูมิ และส่งศรี มหาสวัสดิ์. 2550. **การทดลองใช้วัคซีนเพื่อป้องกันโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus agalactiae* ในปลานิล**. น.174-182 ใน รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Huang, H. Y., Y. C. Chen, P. C. Wang, i M. A. Tsa, S. C. Yeh, H. J. Liang and C. C. Chen. 2014. Efficacy of a formalin-inactivated vaccine against *Streptococcus iniae* infection in the farmed grouper *Epinephelus coioides* by intraperitoneal immunization. **Vaccine** 32: 7014-20.

Jaafar, R. M., J. K. chettri, I. Dalsgaard, A. Al-jubury, P. W. Kania, J. Skow and K. Buchmann. 2015. Effects of adjuvant Montanide ISA 736 A VG in rainbow trout injection vaccinated against *Yerinia ruckeri*. **Fish & Shellfish Immunology** 47: 797-806.

Ravelo, C., B. Magarinos, M. Herrero, L. Costa, A. Toranzo and J. Romalde. . 2006. Use of adjuvanted vaccines to lengthen the protection against lactococcosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture** 251: 153-8.

Roldan M.A.M. 2014. **Development of a vaccine against *Francisella noatunensis* subsp. *orientalis* in red Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. Thesis, Institute of Aquaculture, University of Stirling.

Tafalla, C., J. Bogwald J. and Dalmo R. A. 2013. Adjuvant and immunostimulants in fish vaccine: Current knowledge and future perspertives. **Fish & Shellfish Immunology**. 35: 1740-50.

Tharmaraj, N. and N. P. Shah. 2003. Selective Enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. bulgaricus, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, Bifidobacteria, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and Propionibacteria. **Journal of Dairy Science**. 86: 2288-96.

Wang, Y. T., H. Y. Huang, i M. A. Tsai, P.C. Wang and B.H. Jiang. 2014. Phosphoglycerate kinase enhanced immunity of the whole cell of *Streptococcus agalactiae* in tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Fish & Shellfish Immunology** 41: 250-9.

การเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของปลาที่พบบริเวณเรือมัตโพน ภายหลังการจัดวางปะการังเทียม

Variation of the number of fish species around Mattaphon wreck after deployed artificial reef

รังสิวุฒิ แก้วแสง[1*] ภาสิณี วรชนะนันท์[2] และ สุชาย วรชนะนันท์[1]

Rangsiwut Keawsang[1*], Pasinee Worachananant[2] and Suchai Worachananant[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบจำนวนชนิด และองค์ประกอบของกลุ่มปลาที่พบบริเวณเรือมัตโพนในช่วงก่อนและหลังการวางปะการังเทียม ใช้วิธีการดำน้ำทำสำมะโนประชากรปลาด้วยสายตา (Fish visual census) โดยจากผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดปลาในแต่ละช่วงเวลา ไม่มีความสอดคล้องกับระยะเวลาหลังการวางปะการังเทียม แต่การเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดปลาเกิดจากอิทธิพลของฤดูมรสุม โดยในช่วงระหว่างฤดูมรสุม ซึ่งคลื่นลมและกระแสน้ำค่อนข้างรุนแรง จะพบจำนวนชนิดปลาน้อย แต่ในช่วงหลังฤดูมรสุมที่คลื่นลมสงบ จะพบจำนวนชนิดปลามาก ในขณะเดียวกัน องค์ประกอบของกลุ่มปลาตามลักษณะการกินอาหาร ในช่วงก่อนและหลังการวางปะการังเทียมไม่มีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่เป็นองค์ประกอบหลัก เกือบทุกช่วงที่ทำการศึกษา คือ กลุ่มปลากินปลา (Piscivore) และกลุ่มปลากินแพลงก์ตอน (Planktivore) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การวางปะการังเทียมรอบเรือมัตโพนไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อปลาที่อาศัยอยู่บริเวณเรือมัตโพน

ABSTRACT

The number of species and trophic structure of fishes around Mattaphon wreck were observed before and after the deployment of cubic artificial reefs by Fish visual census method. The deployment did not significantly influence the number of fish species, but the number of fish species rather related to monsoonal season variation. The feeble winds and currents of post-monsoon season did increase the number of fish species. Whereas the number of fish species were downed in monsoon season. Moreover, trophic structure of fish did not differ before and after the deployment, specifically, Planktivore and Pissivore. Results suggested that artificial reef deployment rarely affect fish around Mattaphon wreck.

Key Words: artificial reef, fish, wreck, Mattaphon

*Corresponding author; e-mail address: rastrellinger.r@gmail.com

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1] Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] Department of Environmental Technology and Management, Faculty of Environment, Kasetsart University

คำนำ

การจัดสร้างปะการังเทียมเป็นหนึ่งในวิธีการในการจัดการกับปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรทางทะเล อันเนื่องมาจากความต้องการในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางทะเลของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้น เช่น การทำประมง การท่องเที่ยว การคมนาคมและการขนส่งทางทะเล ฯลฯ เป็นต้น การจัดสร้างปะการังเทียมเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหลายประเทศทั่วโลก และยังคงมีการพัฒนารูปแบบของปะการังเทียมอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการนำใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ (Chua and Chou, 1994; Thanner *et al*., 2006)

ในประเทศไทยมีการจัดสร้างปะการังเทียมในหลายพื้นที่ของประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรสัตว์น้ำ และเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล โดยในปัจจุบันมีการนำปะการังเทียมหลากหลายรูปแบบมาจัดสร้างทั้งปะการังเทียมที่สร้างจากเหล็ก ปะการังเทียมที่มาจากยานพาหนะต่างๆที่ไม่ใช้งานแล้ว รวมถึงปะการังเทียมที่หล่อจากคอนกรีต ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีการนำมาใช้จัดสร้างปะการังเทียมมากที่สุด เนื่องจากข้อได้เปรียบต่างๆ เช่น ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และการจัดวาง วัสดุที่นำมาใช้สร้างมีความใกล้เคียงกับวัสดุที่มาจากธรรมชาติ และมีความคงทนแข็งแรง มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เป็นต้น

อย่างไรก็ดี แม้ในประเทศไทยจะมีกาจัดสร้างปะการังเทียมในหลายพื้นที่ แต่การศึกษาวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปะการังเทียมกลับมีอยู่ค่อนข้างจำกัด ตรงข้ามกับต่างประเทศ ซึ่งมีการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องปะการังเทียมหลายด้าน เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปะการังเทียมกับสิ่งมีชีวิต ทั้งกลุ่มของปลา (Bohnsack *et al*., 1994; Abelson and Shlesinger, 2002; Campbell *et al*. 2011) หรือกลุ่มของสัตว์เกาะติด (Schuhmacher, 1977; Bailey-brock, 1989) รวมถึงการศึกษาผลกระทบจากการจัดสร้างปะการังเทียมที่มีผลต่อปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่ธรรมชาติ (Luciano *et al*. 2010; Simon *et a*l. 2011)

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบจากการจัดสร้างปะการังเทียมใกล้กับแหล่งที่อยู่อาศัยเดิมของปลา โดยทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดปลาที่พบบริเวณเรือมัตโพน ทั้งก่อนและหลังการจัดวางปะการังเทียม ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้จะสามารถบ่งชี้ถึงผลกระทบจากการจัดสร้างปะการังเทียมที่มีต่อปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยธรรมชาติได้ และใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการวางแผนจัดสร้างปะการังเทียมที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

อุปกรณ์หรือวิธีการ

เรือมัตโพนถูกจัดวางลงสู่ทะเลในวันที่ 21 ตุลาคม ปี พ.ศ. 2555 ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของเกาะล้าน จังหวัดชลบุรี ที่ระดับความลึกเฉลี่ย 22 เมตร ตัวเรือมีความยาว 35.25 เมตร ความกว้าง 9.76 เมตร ส่วนยอดของตัวเรืออยู่ที่ระดับความลึกเฉลี่ย 14 เมตร ในวันที่ 15-19 มิถุนายน ปี พ.ศ. 2558 ได้มีการจัดวางปะการังเทียมทรงลูกบาศก์ขนาด 1.5x1.5x1.5 เมตร รอบเรือมัตโพนทั้งหมด 8 จุด (Figure 1) โดยจัดวางปะการังเทียมเรียงซ้อนกัน 4 ชั้น คล้ายทรงพีระมิด

พื้นที่ทำการศึกษา

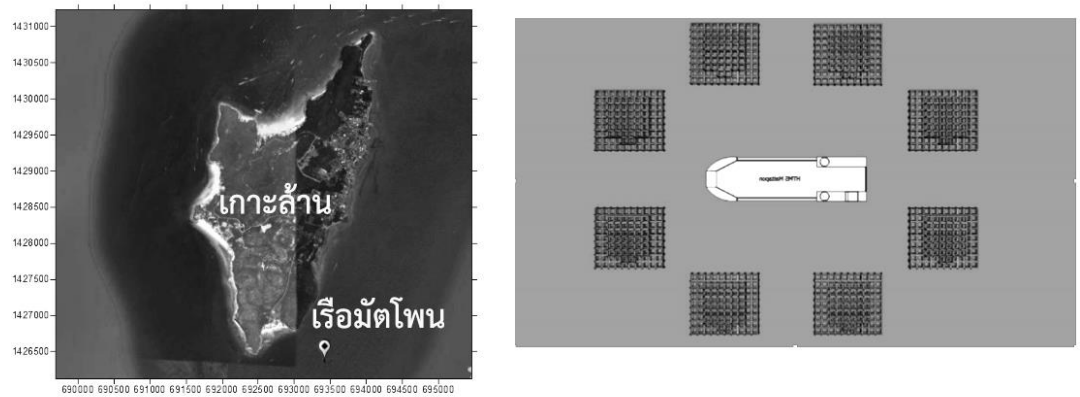


Figure 1 Study sites at Mattaphon wreck

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาชนิดปลาที่พบบริเวณเรือมัตโพนในช่วงก่อนการวางปะการังเทียม ได้แก่ เมษายน พ.ศ. 2558 และช่วงหลังการวางปะการังเทียม ได้แก่ กรกฎาคม พ.ศ. 2558 (1 เดือนหลังการวางปะการังเทียม) ตุลาคม พ.ศ. 2558 (4 เดือนหลังการวางปะการังเทียม) มีนาคม พ.ศ. 2559 (9 เดือนหลังการวางปะการังเทียม) กรกฎาคม พ.ศ. 2559 (12 เดือนหลังการวางเรือ) และพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (16 เดือนหลังการวางเรือ) ด้วยวิธีการดำน้ำสำรวจสำมะโนประชากรปลาด้วยสายตา (Fish visual census) โดยใช้เวลาในการดำน้ำประมาณ 20-30 นาที เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของความลึกและปริมาณอากาศที่ใช้หายใจ ทำการสำรวจบริเวณรอบนอกของตัวเรือ รวมทั้งพื้นทรายรอบตัวเรือ พร้อมจดบันทึกชนิดปลาที่พบ และบันทึกภาพขณะดำน้ำสำรวจด้วยกล้องวิดีโอใต้น้ำ เพื่อนำไปตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกชนิดในภายหลัง โดยใช้คู่มือในการจำแนกชนิดปลาของอนุวัติ (2545); อุกกฤต (2545); ภาสิณี (2548) และ Lieske and Myers (2001)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาชนิดปลาที่พบบริเวณเรือมัตโพน (Table 1) พบปลาทั้งหมด 20 วงศ์ 37 ชนิด โดยในช่วงก่อนการวางปะการังเทียม ได้แก่ เดือนเมษายน พ.ศ. 2558 พบปลาทั้งหมด 14 วงศ์ 20 ชนิด ขณะที่ในช่วงหลังการวางปะการังเทียม ได้แก่ เดือนกรกฎาคมพ.ศ. 2558 (หลังการวางปะการังเทียม 1 เดือน) พบปลาทั้งหมด 9 วงศ์ 13 ชนิด เดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2558 (หลังการวางปะการังเทียม 4 เดือน) พบปลาทั้งหมด 14 วงศ์ 24 ชนิด เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 (หลังการวางปะการังเทียม 9 เดือน พบปลาทั้งหมด 12 วงศ์ 17 ชนิด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 (หลังการวางปะการังเทียม 12 เดือน) พบปลาทั้งหมด 8 วงศ์ 13 ชนิด และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (หลังการวางปะการังเทียม 16 เดือน) พบปลาทั้งหมด 15 วงศ์ 22 ชนิด (Table 1)

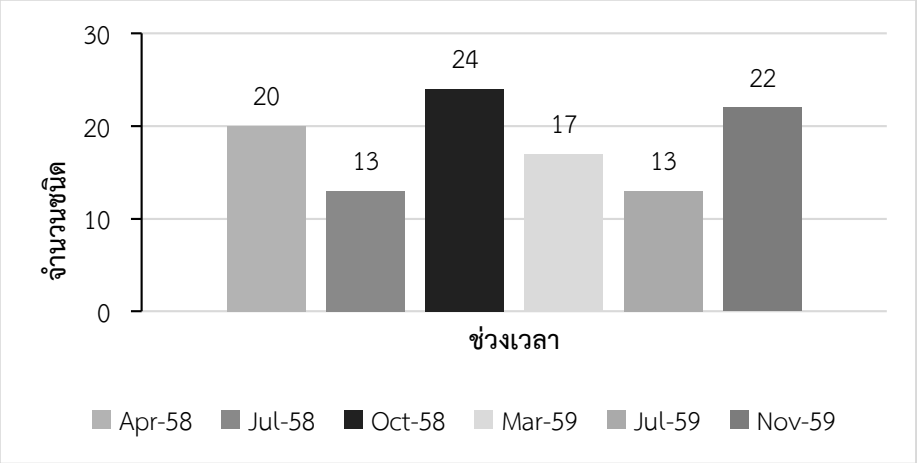


Figure 2 Number of fish species before/after deployed artificial reef

จากผลการศึกษาจำนวนชนิดปลาแต่ละช่วงเวลา (Figure 2) พบว่า ภายหลังการวางปะการังเทียม จำนวนชนิดปลาที่พบในแต่ละช่วงเวลามีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน โดยบางช่วงเวลา เช่น ตุลาคม พ.ศ.2558 และพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบจำนวนชนิดปลาค่อนข้างมาก ขณะที่บางช่วงเวลา เช่น กรกฎาคม พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2559 พบจำนวนชนิดปลาค่อนข้างน้อย ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดปลาแต่ละช่วงเวลากับช่วงเวลาหลังการวางปะการังเทียมพบว่า ช่วงเวลาที่จำนวนชนิดปลามีการเปลี่ยนแปลงไม่มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาภายหลังการจัดวางปะการังเทียมที่เพิ่มขึ้น

โดยจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า การวางปะการังเทียมในช่วงแรกจะส่งผลทำให้จำนวนชนิดปลาบริเวณเรือมัตโพนลดลง เนื่องจากการถูกรบกวนแหล่งที่อยู่อาศัย (เช่น การฟุ้งของตะกอน การนำวัสดุแปลกปลอมจากภายนอกเข้ามา) และเมื่อการรบกวนแหล่งที่อยู่อาศัยลดลง จำนวนชนิดปลาที่เคยลดลงจะกลับมาเท่าเดิม หรือมีจำนวนเพิ่มขึ้น จากการเพิ่มขึ้นของแหล่งที่อยู่อาศัย แต่จากการศึกษากลับให้ผลที่ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานดังกล่าว

นอกจากนี้ จากการจัดแบ่งปลาตามกลุ่มการกินอาหาร ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มปลา 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลากินแพลงก์ตอน (Planktivore) กลุ่มปลากินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบริเวณหน้าดิน (Benthic invertivore) กลุ่ม

ปลากินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบริเวณกลางน้ำ (Pelagic invertivore) กลุ่มปลากินพืช (Herbivore) กลุ่มปลากินปลา (Piscivore) และกลุ่มปลากินฟองน้ำและโพลิปปะการัง (Corallivore) พบว่า องค์ประกอบของกลุ่มปลาในช่วงก่อนและหลังการวางปะการังเทียมไม่มีความแตกต่างกันมากนัก โดยส่วนใหญ่มีกลุ่มปลากินปลา (Piscivore) และกลุ่มปลากินแพลงก์ตอน (Planktivore) เป็นกลุ่มหลักที่พบได้เกือบทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ยกเว้นในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 ซึ่งมีกลุ่มปลากินแพลงก์ตอน (Planktivore) และกลุ่มปลากินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบริเวณหน้าดิน (Benthic Invertivore) เป็นกลุ่มปลากลุ่มหลัก

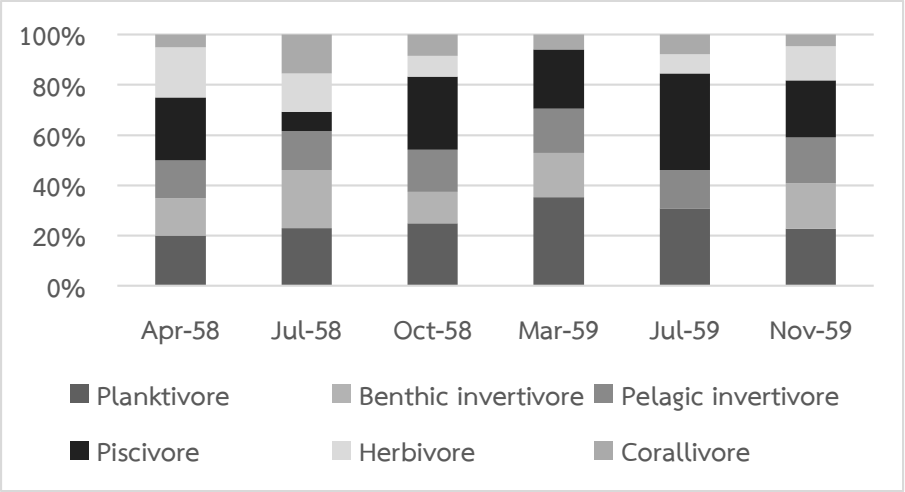


Figure 3 Trophic structure fish before/after deployed cubic artificial reef

ดังนั้น จากผลการศึกษาจำนวนชนิดปลาที่พบในแต่ละช่วงเวลา และองค์ประกอบของกลุ่มปลาตามลักษณะการกินอาหารแสดงให้เห็นว่า การวางปะการังเทียมไม่มีความสัมพันธ์ต่อปลาที่อาศัยอยู่บริเวณเรือมัตโพน แต่สำหรับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดปลาที่เกิดขึ้น คาดว่า เกิดจากปัจจัยอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้อง

เมื่อพิจารณาช่วงเวลาที่จำนวนชนิดมีการเปลี่ยนแปลงจะพบว่า ช่วงกรกฎาคม พ.ศ. 2558 และกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ซึ่งพบจำนวนชนิดปลาบริเวณเรือมัตโพนค่อนข้างน้อย ตรงกับช่วงระหว่างฤดูมรสุม (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) สภาพทะเลบริเวณฝั่งอ่าวไทยด้านทิศตะวันออกมีคลื่นลมและกระแสน้ำค่อนข้างรุนแรง และมีฝนตกชุกเกือบตลอด เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตรงกันข้ามกับช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2558 และพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ซึ่งตรงกับช่วงหลังฤดูมรสุม ที่พบจำนวนชนิดปลาบริเวณเรือมัตโพนมาก เนื่องจากสภาพของทะเลในช่วงหลังฤดูมรสุม มีคลื่นลมและกระแสน้ำไม่มีความรุนแรง เนื่องจากอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อ่อนกำลัง จึงพบจำนวนชนิดปลาได้ค่อนข้างมาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Abesamis and Russ (2010) ซึ่งระบุว่า เมื่ออุณหภูมิของน้ำทะเลอุ่นขึ้น และลมอ่อนกำลังลง ความหนาแน่นและความหลากชนิดของปลาที่พบจะมีค่ามาก ดังนั้น ลมประจำฤดู หรือลมมรสุมจึงน่าจะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดปลาบริเวณเรือมัตโพน

แม้ในการศึกษาครั้งนี้จะบ่งชี้ว่า การจัดวางปะการังเทียมใกล้กับแหล่งอยู่อาศัยเดิม (แนวปะการังธรรมชาติ หรือปะการังเทียม) โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัย จะไม่ส่งผลกระทบต่อความหลากชนิด

ของปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่เดิม ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Simon *et al*. (2011) ที่พบว่า การเพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัยจะทำให้จำนวนชนิดปลาในบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่เพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันจะทำให้จำนวนชนิดปลาที่อยู่บริเวณโดยรอบลดลง แต่อย่างไรก็ดี หากแหล่งที่อยู่อาศัยเดิมเกิดการเปลี่ยนแปลง (เช่น เกิดการพังทลายของตัวเรือจากการผุกร่อนของวัสดุ) ปลาอาจเคลื่อนย้ายออกจากแหล่งที่อยู่เดิมไปยังแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่ ทำให้ความหลากชนิดของปลาในแหล่งที่อยู่อาศัยเดิมลดลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในบริเวณดังกล่าวได้ นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดปลา ทั้งในบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยเก่าและใหม่ต่อไปในอนาคต

สรุป

จากการศึกษาเปรียบเทียบจำนวนชนิดปลาที่พบบริเวณเรือมัตโพนก่อนและหลังการวางปะการังเทียม พบว่า การเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของปลาในแต่ละช่วงเวลาไม่มีความสอดคล้องกับระยะเวลาหลังการจัดวางปะการังเทียม ขณะที่องค์ประกอบของกลุ่มปลาตามลักษณะการกินอาหารของปลา ก็ไม่มีความแตกต่างในช่วงก่อนและหลังการจัดวางปะการังเทียมเช่นเดียวกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การวางปะการังเทียมรอบเรือมัตโพนไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อปลาที่อาศัยอยู่บริเวณเรือมัตโพน สำหรับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดปลาที่พบบริเวณเรือมัตโพนกลับมีความสัมพันธ์กับช่วงของฤดูมรสุม โดยในช่วงระหว่างฤดูมรสุม จะพบปลาบริเวณเรือมัตโพนค่อนข้างน้อย เนื่องจากสภาพคลื่นลมและกระแสน้ำมีความรุนแรง ประกอบกับฝนที่ตกชุก แต่เมื่อสิ้นสุดฤดูมรสุม จะพบปลาบริเวณเรือมัตโพนค่อนข้างมาก เนื่องจากสภาพคลื่นลมและกระแสน้ำค่อนข้างสงบ อย่างไรก็ดี ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลจากการจัดวางแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่ใกล้กับแหล่งที่อยู่อาศัยเดิมต่อไปในอนาคต เพื่อยืนยันผลการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ภาสิณี เรี่ยวพานิชกุล. 2548. **การศึกษาอนุกรมวิธานและการแพร่กระจายของปลาครอบครัว Labridae ในแนวปะการังของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุกกฤต สตภูมินทร์. 2545. **การศึกษาเปรียบเทียบพรรณปลาในแนวปะการังในน่านน้ำไทยระหว่างอ่าวไทยและทะเลอันดามัน**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2545. สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 41 หน้า

อนุวัติ สายแสง. 2545. **การศึกษาอนุกรมวิธานของปลาในครอบครัว Pomacentridae ในแนวปะการังของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Abesamis, R. A. Abesamis and G. R. Russ. 2010. Patterns of recruitment of coral reef fishes in a monsoonal environment. **Coral Reefs**, 29: 911–921.

Abelson, A. and Y. Shlesinger. 2002. Comparison of the development of coral and fish communities on rock-aggregated artificial reefs in Eilat, Red Sea. **ICES Journal of Marine Science**, 59: 122-126.

Bailey-brock, J. H. 1989. Fouling community development on an artificial reef in Hawaiian waters.

Bulletin of Marine Science, 44(2): 580-591.

Bohnsack, J.A., D.E. Harper, D.B. McClellan and M. Hulsbeck. 1994. Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off Southeastern Florida, USA. **Bulletin of Marine Science**, 55: 796-823.

Campbell, M.D., K. Rose, K. Boswell and J. Cowan. 2011. Individual-based modeling of an artificial reef fish community: Effects of habitat quantity and degree of refuge. **Ecological Modelling**, 222: 3895–3909.

Chua, Y.Y. and L. M. Chou. 1994. The use of artificial reefs in enhancing fish communities in Singapore. **Hydrobiologia**, 285: 177-187.

Lieske, E. and R. Myers. 2001. **Reef fishes of the world.** Revised edition. HarperCollins Publisher. London.

Luciano, N.D.S., D.S. Brotto and I.R. Zalmon. 2010. Fish responses to increasing distance from artificial reefs on the Southeastern Brazilian Coast. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 386: 54–60.

Simon, T., H.T. Pinheiro and J.C. Joyeux. Target fishes on artificial reefs: Evidences of impacts over nearby natural environments. **Science of the Total Environment**, 409(2011): 4579–4584.

Schulmacher, H. 1977. Initial phase in reef development, studied at artificial reef type off Eilat, (Red Sea) **Helgolaender Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen**, 30: 400-411.

Thanner, S.E., T. L. McIntosh and S. M. Blair. 2006. Development of benthic and fish assemblages on artificial reef compared to adjacent natural reef in Miami-Dade Country, Florida. **Bulletin of Marine Science**, 78(1): 57–70.

Table 1 Fish species around Mattaphon wreck before/after deploy cubic artificial reef

Family	Scientific name	artificial reef deployment periods					
		Before deployment Apr-2015	After deployment				
			Jul-2015 (1 month)	Oct-2015 (4 month)	Mar-2015 (9 months)	Jul-2016 (12 months)	Nov-2016 (14 months)
Apogonidae	*Archamia fucata*	*	*	*	*	*	*
	Cheilodipterus quinquelineatus				*	*	
Carangidae	*Atule mate*			*			*
	Selaroides leptolepis	*		*	*		*
Chaetodontidae	*Chaetodon octofasciatus*		*	*			
	Chelmon rostratus		*			*	*
	Coradion chrysozonus	*		*	*		
Ephippidae	*Platax orbicularis*						*
Haemulidae	*Diagramma pictum*	*		*			*
Holocentridae	*Sargocentron rubrum*	*		*	*	*	*
Labridae	*Halichoeres bicolor*		*	*			
	Halichoeres nigrescens	*	*	*	*	*	*
Lutjanidae	*Lutjanus russelli*	*		*		*	*
	Lutjanus vitta	*	*	*	*	*	*
Monacanthidae	*Monacanthus chinensis*	*					
Mullidae	*Upeneus tragula*	*					*

Nemipteridae	*Pentapodus setosus*						*				
	Scolopsis monogramma	*	*	*			*				*
	Scolopsis vosmeri						*				*
Pempheridae	*Pempheris vanicolensis*			*			*				*
Pinguipedidae	*Parapercis xanthozona*		*	*							
Pomacanthidae	*Pomacanthus sexstristus*										*
Pomacentridae	*Neopomacentrus bankieri*	*	*	*			*	*			*
	Neopomacentrus cyanomos	*	*	*			*	*			*
	Pomacentrus chrysurus	*		*							
	Pomacentrus cuneatus			*			*				*
Ptereleotridae	*Ptereleotris microlepis*		*								
Scombridae	*Scomberomorus commerson*						*				
Serranidae	*Cephalopholis boenak*	*		*			*	*			*
	Cephalopholis formosa	*									
	Epinephilus coides			*				*			
	Plectropomus maculatus			*				*			*
Siganidae	*siganus canaliculatus*	*	*	*				*			*
	Siganus guttatus	*									
	Siganus javus	*	*	*							*
Sphyraenidae	*Sphyraena jello*						*				
	Sphyraena obtusata	*		*							

ผลของการใช้ Tubular Settlers เพื่อกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำของการอนุบาลลูกปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus X O. mossambicus*) ด้วยระบบน้ำหมุนเวียน

Performance of Tubular Settlers for Total Suspended Solid Removal on Red Tilapia (*Oreochromis niloticus X O. mossambicus*) Nursing in Water Recirculating System

ทินวุฒิ ล่องพริก[1*] ชุมพล ศรีทอง[1] เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์[1] และ พงษ์เชษฎ์ พิชิตกุล[1]

Tinnawut Longprig[1*], Chumpol Srithong[1], Ruangvit Yoonpundh[1] and Phongchate Pichitkul[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ Tubular settler จำนวน 1 ชุด และ 2 ชุด ในการอนุบาลลูกปลานิลแดงเพศผู้ล้วนที่มีขนาดตัวเฉลี่ย 5.3 กรัม จำนวน 2,500 ตัว ในถังที่จุน้ำ 850 ลิตร ในระบบน้ำหมุนเวียนที่มีการใช้ Hydro clone ร่วมกับการใช้ Tubular settler เป็นระบบกำจัดตะกอน โดยมี Moving bed เป็นระบบกำจัดแอมโมเนีย โดยมีอัตราการหมุนเวียนน้ำเท่ากับ 0.8 ชั่วโมงต่อรอบ เป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่าการใช้ Tubular settler จำนวน 2 ชุด ในการกำจัดตะกอนในระบบน้ำหมุนเวียนสามารถกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) พร้อมยังส่งผลให้การกำจัดแอมโมเนียมีประสิทธิภาพดีกว่าด้วยเช่นกัน และยังพบว่าลูกปลานิลแดงที่อนุบาลด้วยระบบน้ำหมุนเวียนที่มีการติดตั้ง Tubular settler จำนวน 2 ชุด นั้น ให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณผลผลิตทั้งหมด น้ำหนักเฉลี่ย อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ที่ดีกว่าลูกปลานิลแดงที่อนุบาลโดยระบบน้ำหมุนเวียนที่มีการใช้ Tubular settler จำนวน 1 ชุด ในการกำจัดตะกอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ABSTRACT

Investigation on the efficiency of water recirculation systems by using hydro clone + 1 set of Tubular Settler (compared with 2 sets of Tubular Settler; TBS) + Moving bed (biofilter unit) for red tilapia nursing. Turnover rate of water in fish nursing tank was 0.8 hr. Red tilapia with average size of 5.3 g were stocked in 850 liter-nursing tanks at the rate of 2,500/tank. Nursing period was 28 days. The total suspended solid and total ammonia removal rates in the treatment with combined hydro clone and 2 sets of TBS was significantly higher ($P<0.05$) than the treatment with combined hydro clone and 1 set of TBS. And also, the average productions, average final weights, average feed conversion ratios and average daily growth in the treatment with combined hydro clone and 2 sets of TBS was significantly better ($P<0.05$).

Key words: red tilapia, *Oreochromis niloticus X O. mossambicus*, water recirculation system, Tubular settler, Hydro clone, Moving bed

*Corresponding author; e-mail address: crossbreed_sts@hotmail.com

[1] ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ปลานิลแดง เป็นปลาน้ำจืดที่ตลาดมีความต้องการสูง ในปัจจุบันนิยมผลิตลูกปลาน้ำหนักตัวประมาณ 30-35 กรัม โดยการนำลูกปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1.0 กรัม มาอนุบาลในบ่อดิน ขนาดตามที่ต้องการก็จะขายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาทั้งในบ่อดิน และในกระชังไปเลี้ยงต่อให้ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ (500 - 1,000 กรัม) อย่างไรก็ตามการอนุบาลลูกปลานิลแดงขนาดน้ำหนัก 30-35 กรัม ในบ่อดินนั้น ข้อจำกัดในการปฏิบัติมากพอสมควร ซึ่งได้แก่ ปลาที่อนุบาลมีอัตรารอดตายต่ำ ใช้ระยะเวลาในการอนุบาลนาน (มากกว่า 50 วัน) เนื่องจากมีปัญหาทั้งในด้านปริมาณน้ำที่มีไม่แน่นอนในแต่ละปี และคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสมเท่าใดนัก ทำให้ยากต่อการกำหนดเป้าหมายการผลิตในแต่ละรอบการอนุบาล

ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนน้ำ (Recirculation Aquaculture System; RAS) เป็นระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบปิด หรือกึ่งปิด ที่น้ำเมื่อใช้เลี้ยงสัตว์น้ำแล้วถูกนำไปผ่านกระบวนการบำบัดทางกายภาพ และชีวภาพ อย่างต่อเนื่องแล้วหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งการเลี้ยงสัตว์น้ำโดยระบบนี้ สามารถกระทำได้ในสภาวะที่แหล่งเลี้ยงนั้นไม่มีความเหมาะสม หรือเกิดการขาดแคลนแหล่งน้ำ หรือสภาวะอากาศไม่เหมาะสม หรือการมีกฎระเบียบ ข้อบังคับ มาตรการควบคุมเกี่ยวกับกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Remmerswaal, 1993)

ข้อควรคำนึงที่สำคัญที่สุดของการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบหมุนเวียนน้ำ ได้แก่ ระบบการกำจัดตะกอนความสำคัญเป็นลำดับแรก หากระบบกำจัดตะกอนมีประสิทธิภาพต่ำอาจส่งผลให้เกิดการอุดตันในระบบ biofilter ทำให้กระบวนการ nitrification ไม่สมบูรณ์และมีผลต่ออัตราการกำจัดแอมโมเนีย ดังนั้นจำเป็นต้องเลือกระบบกำจัดของแข็งที่แขวนลอยในน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงเพื่อที่จะลดทั้งปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำที่เหมาะสมก่อนที่จะหมุนเวียนน้ำผ่านระบบ biofilter ต่อไป (Bovendeur *et al*., 1987)

Tubular settlers เป็นระบบกำจัดของแข็งแขวนลอยในน้ำ โดยใช้หลักการตกตะกอน (Sedimentation) อุปกรณ์ถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นหลอด (Tube) หลายๆหลอดมาเชื่อมต่อกัน และให้หลอดวางแนวเอียงทำมุมประมาณ 60 องศากับแนวระนาบ เพื่อให้น้ำที่ไหลผ่านเวลาอยู่ในระบบนานขึ้น ตัวหลอดถูกออกแบบให้มีผิวมีขรุขระ ไม่เรียบ เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว และเพิ่มประสิทธิภาพในดักจับตะกอน ซึ่ง Chen and Malone (1991) รายงานว่า Tubular settlers มีประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนได้มากถึง 60-70 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งเป็นระบบที่มีค่า head loss ต่ำ นอกจากนี้ Tubular settlers ยังมีจุดเด่น คือ ใช้พื้นที่ของหน่วยบำบัดไม่มาก

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อต้องการทราบถึงความเหมาะสมของการใช้ tubular settlers ร่วมกับการใช้ระบบ hydro clone เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยในการอนุบาลลูกปลานิลแดง ซึ่งจะส่งผลต่อความผันแปรของคุณภาพน้ำ ปริมาณน้ำที่ใช้ คุณภาพผลผลิตลูกปลา ต้นทุนการผลิต ในการอนุบาลลูกปลานิลแดงให้มีขนาด 30 – 35 กรัมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมระบบบำบัดน้ำ

ติดตั้งระบบบำบัด โดยการใช้ถังเลี้ยงขนาดที่มีความจุของน้ำ 1,000 ลิตร เชื่อมต่อกับถังกำจัดตะกอนแบบ Hydro Clone และแบบ Tubular settlers ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 1 มีชุดของ Tubular settlers จำนวน 1 ชุด ขณะที่ชุดการทดลองที่ 2 มีชุด Tubular settlers จำนวน 2 ชุด จากนั้นน้ำจากถังกำจัดตะกอนจะไหลลงสู่ถัง Biofilter ซึ่งเป็นแบบ Moving bed (วัสดุตัวกลาง (Media) เป็นพลาสติกขึ้นรูปที่มีน้ำหนักเบาสามารถแขวนลอยในมวลน้ำภายในระบบ เกิดการผสมผสานระหว่างตัวกลางกับน้ำได้เป็นอย่างดีเมื่อมีการเติมอากาศอย่างเพียงพอ) โดยถัง biofilter แต่ละถังของแต่ละชุดการทดลองมี Moving bed น้ำหนัก 18 กิโลกรัม จากนั้นน้ำจากถัง Biofilter จะถูกสูบขึ้นถังอนุบาลลูกปลาอย่างต่อเนื่องตลอดการอนุบาล โดยการใช้ปั๊มน้ำขนาด 130 วัตต์ จำนวน 1 ตัว (Figure 1 and figure 2) ปรับอัตราหมุนเวียนน้ำในถังอนุบาลลูกปลาเท่ากับ 0.8 ชั่วโมง

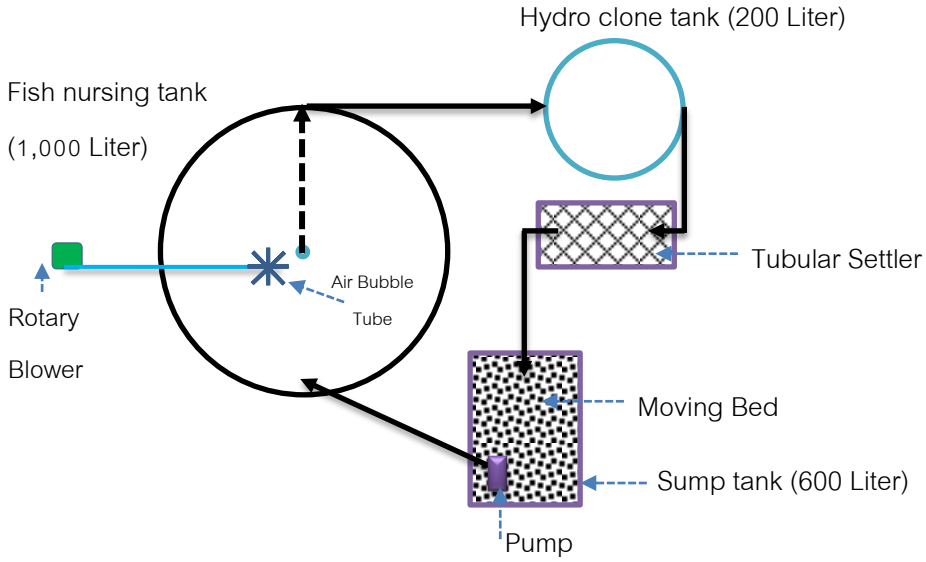


Figure 1 Water recirculating system using a hydro clone and 1 tubular settler for suspended solid removal unit with moving bed unit in red tilapia nursing.

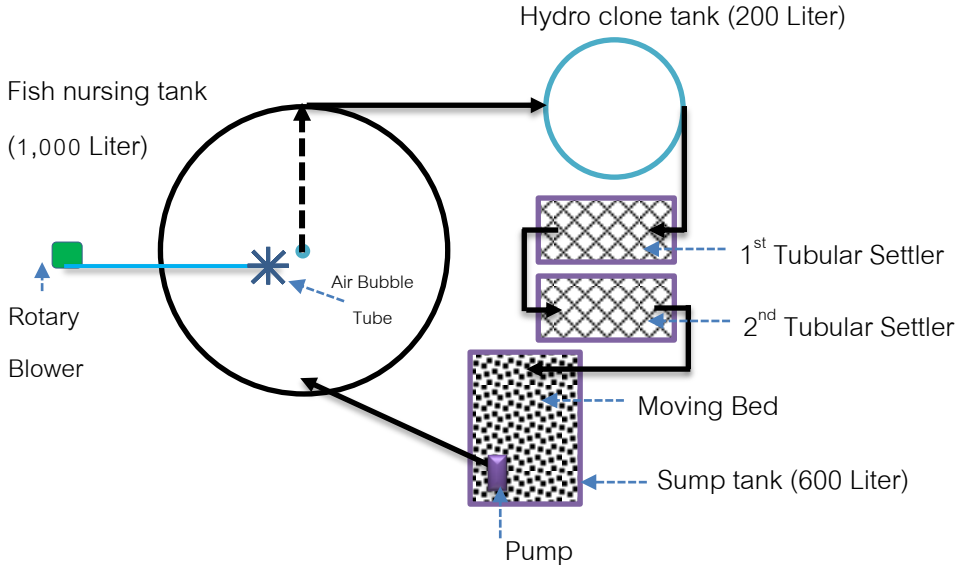


Figure 2 Water recirculating system using a hydro clone and 2 tubular settlers for suspended solid removal unit with moving bed unit in red tilapia nursing.

การเตรียมลูกปลาทดลอง

นำลูกพันธุ์ปลานิลแดงแปลงเพศตัวผู้ล้วนจากศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำจืด จังหวัดปทุมธานี มาพักและเลี้ยงปรับสภาพจนกระทั่งลูกปลามีขนาดน้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 5.3 กรัม จากนั้นแบ่งลูกปลาออกเป็น 4 ชุด (4 ถังทดลอง) ๆ ละ 2,500 ตัว เพื่อนำมาอนุบาลรวมในถังทดลองซึ่งมีปริมาตรน้ำ 850 ลิตร

การให้อาหารลูกปลา

อนุบาลลูกปลาโดยใช้อาหารลูกกบ กับอาหารปลากินพืชที่มีปริมาณโปรตีนไม่ต่ำกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ตามเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวของลูกปลา แบ่งการให้อาหารออกเป็นวันละ 4 มื้อ พร้อมบันทึกปริมาณที่ให้

การจัดการระบบการเติมออกซิเจน

ได้มีการใช้ปั้มลมแบบโรตารี ยี่ห้อ RESUN รุ่น LP100 มีอัตราการใช้ไฟฟ้า 100 วัตต์ ทำการดูดอัดอากาศให้แก่ระบบการอนุบาล โดยแต่ละชุดการทดลองซึ่งมี 2 ซ้ำนั้น จะใช้ปั้มลมจำนวน 1 เครื่อง

การจัดการคุณภาพน้ำ

ปล่อยน้ำพร้อมตะกอนที่สะสมอยู่ที่กันของถัง Hydro Clone ออกนอกระบบวันละ 2 ครั้ง โดยปล่อยออกครั้งละ 5 % แล้วทำการเติมน้ำสะอาดทดแทนส่วนที่สูญเสีย และล้างระบบ Tubular settlers เมื่อพบว่ามีปริมาณตะกอนสะสมมากขึ้น พร้อมบันทึกปริมาณน้ำที่ใช้ทำความสะอาดและเติมทดแทนเข้าระบบทุกครั้ง

การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ โดยการใช้ YSI model 550A พีเอช อุณหภูมิ โดยการใช้ YSI model 60 ทุกวัน วัดค่าแอมโมเนีย Grasshoff (1976) และค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด โดยวิธี APHA (1992) ทุกๆ 3 วัน ในเวลา 7.30 น.

ระยะเวลาในการอนุบาลลูกปลา

อนุบาลลูกปลานิลแดงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) โดยมี 2 ชุดการทดลองๆ ละ 2 ซ้ำ ได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 การอนุบาลลูกปลานิลแดงในระบบน้ำหมุนเวียน (Water recirculation system; RAS) ที่มีการใช้ Hydro Clone และ Tubular settles จำนวน 1 ชุด เป็นระบบกำจัดตะกอน และใช้ Moving bed เป็นระบบ biofilter โดยมีการควบคุมอัตราหมุนเวียนน้ำในถังอนุบาลลูกปลาเท่ากับ 0.8 ชั่วโมง (Figure 2)

ชุดการทดลองที่ 2 การอนุบาลลูกปลานิลแดงในระบบน้ำหมุนเวียน (Water recirculation system; RAS) ที่มีการใช้ Hydro Clone และ Tubular settles จำนวน 2 ชุด เป็นระบบกำจัดตะกอน และใช้ Moving bed เป็นระบบ biofilter โดยมีการควบคุมอัตราหมุนเวียนน้ำในถังอนุบาลลูกปลาเท่ากับ 0.8 ชั่วโมง (Figure 3)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำตลอดการอนุบาลลูกปลา คุณภาพผลผลิตปลาที่ได้ ได้แก่ ผลผลิตปลาทั้งหมด (total production) น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลา (mean weight) อัตราการรอดตาย (survival rate) เป็นต้น รวมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงปลา โดยเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Independent-Sample T-Test (อนันต์ชัย, 2542; Bhujel, 2008) โดยการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูปในการวิเคราะห์

สถานที่ทำการศึกษา

ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของการใช้ Tubular settler จำนวน 1 ชุด เปรียบเทียบกับการใช้ Tubular Settler จำนวน 2 ชุด ในระบบน้ำหมุนเวียนต่อความผันแปรคุณภาพน้ำในการอนุบาลลูกปลานิลแดง

ความผันแปรปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

จาก figure 3 จะเห็นได้ว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved oxygen) ของทั้งสองชุดการทดลองนั้นมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการอนุบาลลูกปลา เนื่องจากมีการสะสมของของเสียมากขึ้น มีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายมากขึ้นตามไปด้วย รวมทั้งปลากินอาหารมากขึ้นทำให้ต้องการออกซิเจนไปใช้ในการเผาผลาญมากขึ้นด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ใน figure 4 จะเห็นได้ว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้จะมีค่าสูงสุดในช่วงก่อนการให้อาหารในมื้อแรก (7.30 น.) และจะมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุดในรอบวันที่เวลา 17.30 น. เนื่องจากเป็นช่วงหลังการให้อาหารในมื้อสุดท้าย และภายหลังจากนั้นค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้จะมีค่าสูงขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากมีการใช้ออกซิเจนโดยปลาเพื่อเผาผลาญอาหารลดลง

ปริมาณออกซิเจนหลังการให้อาหารในแต่มื้อของแต่ละชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 1 ชุด ในระบบน้ำหมุนเวียน พบว่ามีค่าลดลง 29.03, 23.04, 26.91 และ 28.53 เปอร์เซ็นต์ หลังการให้อาหารมื้อที่ 1 (8.00 น.), มื้อที่ 2 (11.00 น.), มื้อที่ 3 (14.00 น.) และมื้อที่ 4 (17.00 น.) ตามลำดับ ขณะที่ในชุดการทดลองที่มีการใช้ Tubular Settler จำนวน 2 ชุด ในระบบหมุนเวียนน้ำ พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลง 42.82, 42.20, 28.97 และ 37.22 เปอร์เซ็นต์ หลังการให้อาหารมื้อที่ 1 (8.00 น.), มื้อที่ 2 (11.00 น.), มื้อที่ 3 (14.00 น.) และมื้อที่ 4 (17.00 น.) ตามลำดับ

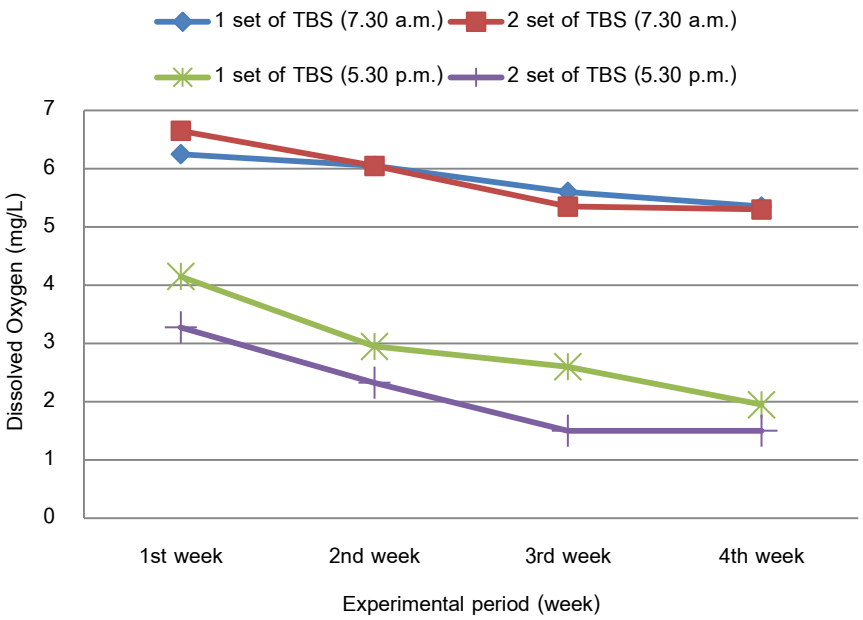


Figure 3 Comparative dissolved oxygen concentration was recorded in different time; TBS = Tubular Settler was installed in water recirculation system.

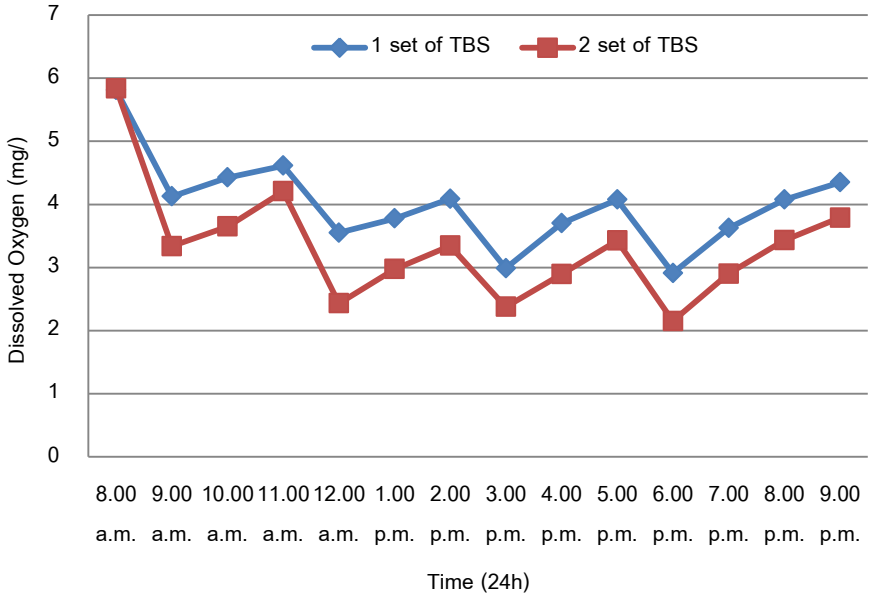


Figure 4 The mean of dissolved oxygen concentration fluctuation in diary; TBS = Tubular Settler was installed in water recirculation system.

สาเหตุที่ชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 2 ชุด ในระบบน้ำหมุนเวียน นั้นมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่า เนื่องจากปลากินอาหารมากกว่า โดย Diana (1997) พบว่าการปล่อยปลาที่มีความหนาแน่นสูง จำเป็นต้องให้อาหารมากขึ้นตามความต้องการของปลา ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่

ละลายน้ำได้มีไม่เพียงพอ เนื่องจากปลาจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนเพื่อนำไปเผาผลาญอาหาร ซึ่งหากค่าออกซิเจนมีค่าต่ำเกินไปโดยที่ไม่มีระบบการเติมอากาศที่ดีพอ หรือไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะทำให้ปลามีการเจริญโตลดลงได้

ความผันแปรของปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำของทั้งสองชุดการทดลองมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารที่เพิ่มขึ้น (figure 5) ซึ่งเมื่อปลากินอาหารมากขึ้นปริมาณสิ่งขับถ่ายย่อมเพิ่มมากตามไปด้วย ทำให้ปริมาณ ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำในชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 2 ชุด ในระบบหมุนเวียนน้ำมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 1 ชุด ในระบบหมุนเวียนน้ำ

แต่เมื่อพิจารณาด้านประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำของระบบน้ำหมุนเวียนซึ่งคิดจากน้ำที่ไหลออกจากถังอนุบาลกับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วและกำลังไหลเข้าสู่บ่ออนุบาลลูกปลา โดยทำการเปรียบเทียบกันระหว่างระบบน้ำหมุนเวียนที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวนที่ต่างกัน พบว่าชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 1 ชุด มีความสามารถให้การกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำได้เท่ากับ 51.18, 59.06, 49.50 และ 59.36% ในสัปดาห์ที่ 1, 2,3 และ 4 ตามลำดับ ขณะที่

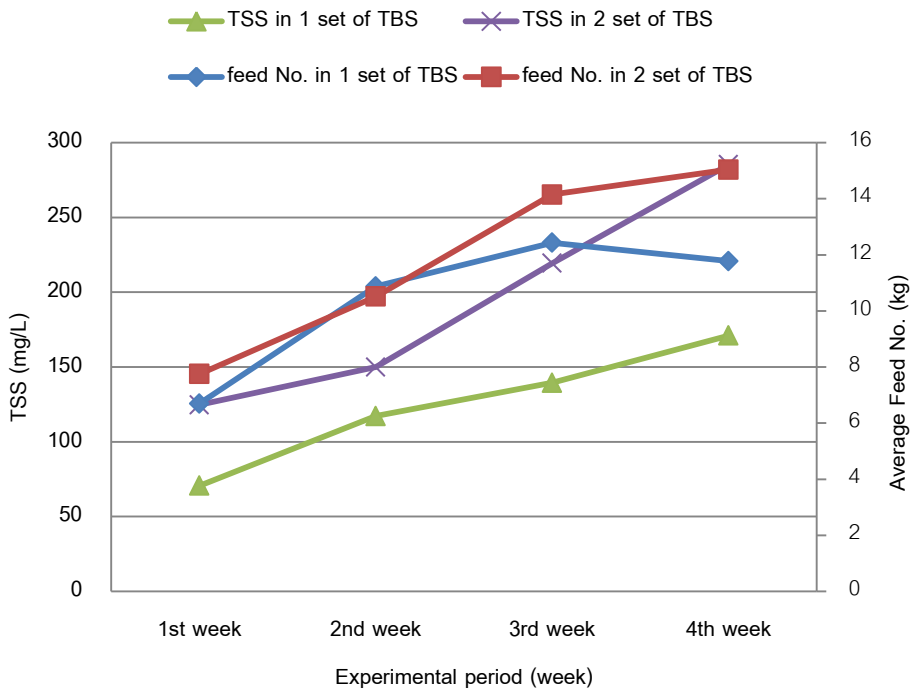


Figure 5 The relation of total suspended solid concentration in fish nursing tank and mean of feeding in each week; TBS = Tubular Settler was installed in water recirculation system.

ชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 2 ชุด มีความสามารถให้การกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำได้เท่ากับ 88.07, 88.16, 93.14 และ 90.56 % ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ พร้อมกันนี้พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)ของประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำระหว่างชุดการทดลองในแต่ละสัปดาห์ ตาม Table 1

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการศึกษาของ Shrithong *et al* (2015) ที่ได้มีการใช้ Hydro clone เพียงระบบเดียวในการกำจัดตะกอนในการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยระบบหมุนเวียนน้ำ ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำอยู่ในช่วง 33.10-45.86 % เท่านั้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้ Tubular Settler ในการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำในการศึกษาครั้งนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่า

การที่ Tubular Settler สามารถกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำได้ดี ก็เนื่องมาจากเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเพิ่มระยะเวลาให้น้ำไหลผ่านระบบได้นานขึ้น จากการที่มีความลาดเอียงของช่อง/หลอดที่วางแบบสลับไปมา พร้อมกันนี้ภายในช่องได้มีการทำให้พื้นผิวของวัสดุมีความขรุขระซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการดักจับตะกอนที่ไหลมาพร้อมกับน้ำได้เป็นอย่างดี (Chen and Malone ,1991) สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้อัตราการไหลน้ำผ่านวัสดุกรองช้าลง และยิ่งมีการเพิ่มจำนวนวัสดุกรองก็ยิ่งทำให้หน่วงให้น้ำอยู่ในระบบได้นานขึ้น และมีปริมาณพื้นที่ผิวของวัสดุกรองมากขึ้นทำให้ประสิทธิภาพในการตกตะกอนได้ดีกว่า (Remmerswaal, 1993)

Table 1 The total suspended solid and ammonia removal efficiency (%) by using water recirculation system combined with the different number of Tubular settler; TBS = Tubular Settler was installed in water recirculation system.

	Total suspended solid removal efficiency (%)		Ammonia removal efficiency (%)	
	1 set of TBS	2 sets of TBS	1 set of TBS	2 sets of TBS
1st week	51.52 ± 5.13^{b}	87.99 ± 2.34^{a}	47.15 ± 3.07^{a}	49.69 ± 6.11^{a}
2nd week	66.60 ± 11.75^{a}	87.84 ± 5.08^{a}	26.88 ± 4.52^{b}	52.16 ± 1.05^{a}
3rd week	55.25 ± 11.67^{b}	93.01 ± 2.32^{a}	43.34 ± 9.14^{a}	61.65 ± 7.83^{a}
4th week	66.81 ± 6.20^{b}	90.56 ± 0.53^{a}	21.39 ± 4.96^{a}	47.76 ± 7.84^{a}

Remark : Mean values with different superscript letters in the same row were significantly different (*P<0.05*)

ความผันแปรของค่าแอมโมเนียทั้งหมด

ค่าแอมโมเนียรวมมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการอนุบาล ซึ่งได้มีปริมาณการสะสมของของเสียเพิ่มขึ้นโดยสัมพันธ์กับปริมาณอาหารที่ให้ และค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ ตลอดระยะเวลาการอนุบาล (Figure 6)

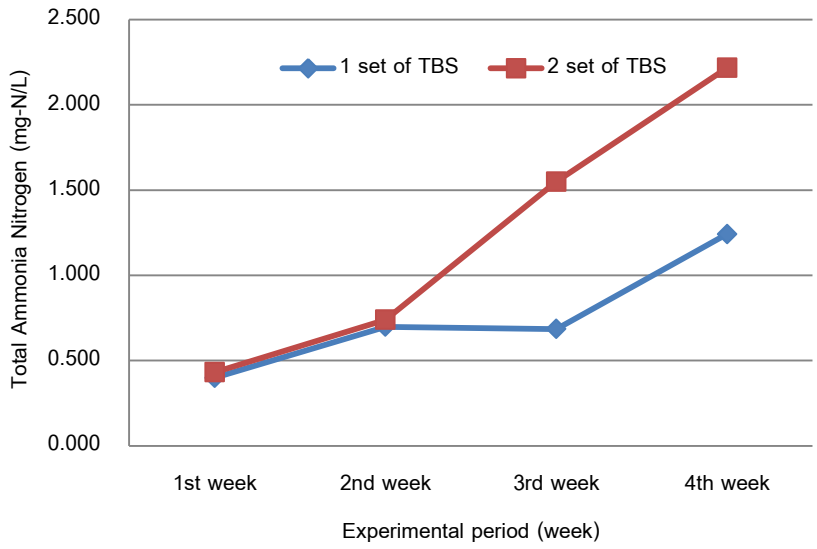


Figure 6 Total ammonia concentration in fish rearing tank; TBS = Tubular Settler was installed in water recirculation system.

และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการกำจัดแอมโมเนียของระบบน้ำหมุนเวียนซึ่งคิดจากน้ำที่ไหลออกจากถังอนุบาลกับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วและกำลังไหลเข้าสู่บ่ออนุบาลลูกปลา โดยทำการเปรียบเทียบกันระหว่างระบบน้ำหมุนเวียนที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวนที่ต่างกัน พบว่าชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 1 ชุด มีความสามารถให้การกำจัดแอมโมเนียได้เท่ากับ 23.81, 14.38, 43.32 และ 31.07% ในสัปดาห์ที่ 1, 2,3 และ 4 ตามลำดับ ขณะที่ ชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 2 ชุด มีความสามารถให้การกำจัดแอมโมเนียได้เท่ากับ 49.49, 52.25, 61.93 และ 47.86 % ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณตะกอนในรูปของแข็งแขวนลอยที่ถูกกำจัดในระบบตกตะกอนที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 2 ชุดนั้นมีส่วนช่วยให้ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจน (Ammonification) ในน้ำในถังอนุบาลลูกปลาได้ดีกว่าระบบน้ำหมุนเวียนที่มีจำนวนหน่วยของระบบตะกอนที่น้อยกว่า หรือกล่าวได้ว่าการที่มีระบบกำจัดตะกอนที่มีประสิทธิภาพสูงย่อมส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่จะเข้าไปสะสมในระบบ biofilter น้อยลง ทำให้กระบวนการ Nitrification โดย Nitrifying bacteria ในระบบ biofilter มีประสิทธิภาพสูงด้วยเช่นกัน (Heinsbroek and Kamstra, 1990)

ผลของการใช้ Tubular settler จำนวน 1 ชุด เปรียบเทียบกับการใช้ Tubular settler จำนวน 2 ชุด ในระบบน้ำหมุนเวียนต่อคุณภาพผลผลิตลูกปลา

ในการทดลองนี้ได้มีการปล่อยลูกปลานิลแดงเพศผู้ล้วนจำนวน 2,500 ตัวต่อถัง น้ำหนักตัวเฉลี่ย 5.3 กรัม น้ำหนักรวมของปลาที่ปล่อยต่อบ่อเท่ากับ 13.35 กิโลกรัม ทำการอนุบาลเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ (28 วัน) พบว่าภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่าลูกปลานิลแดงที่อนุบาลในชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler

จำนวน 2 ชุด เพื่อกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำนั้น มีน้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่ได้เท่ากับ 27.40 กรัม คิดเป็นน้ำหนักรวมได้เท่ากับ 67.06 กิโลกรัม มีจำนวนปลาที่เหลือรอดเท่ากับ 2,446.87 ตัว คิดเป็นอัตรารอดตายเท่ากับ 97.88 เปอร์เซ็นต์ กินอาหารไปทั้งสิ้น 47.56 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราแลกเนื้อ (FCR) ได้เท่ากับ 0.88 มีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ได้เท่ากับ 0.78 กรัมต่อวัน ในขณะที่ลูกปลานิลแดงในชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 1 ชุด เพื่อกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำนั้น มีน้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่ได้เท่ากับ 18.53 กรัม คิดเป็นน้ำหนักรวมได้เท่ากับ 43.92 กิโลกรัม มีจำนวนปลาที่เหลือรอดเท่ากับ 2,371.12 ตัว คิดเป็นอัตรารอดตายเท่ากับ 94.84 เปอร์เซ็นต์ กินอาหารไปทั้งสิ้น 41.78 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราแลกเนื้อ (FCR) ได้เท่ากับ 1.37 มีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ได้เท่ากับ 0.49 กรัมต่อวัน โดยทุกค่าของคุณภาพผลผลิตลูกปลานิลแดงตามที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนั้นพบว่าลูกปลาที่อนุบาลในระบบน้ำหมุนเวียนที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 2 ชุดนั้นให้ค่าที่ดีกว่าคุณภาพผลผลิตลูกปลานิลแดงที่อนุบาลในระบบน้ำหมุนเวียนที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 1 ชุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 2) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระบบการเลี้ยงที่สามารถลดการสะสมของของเสียที่เกิดขึ้นในถังอนุบาลลูกปลาโดยการหมุนเวียนน้ำจากถังอนุบาลลูกปลาไปกำจัดตะกอนด้วยระบบกำจัดตะกอนที่มีประสิทธิภาพได้อย่างต่อเนื่องตลอดการอนุบาลนั้นจะส่งผลให้คุณภาพของผลผลิตปลาที่ได้ดียิ่งขึ้นตามไปด้วย

นอกจากนี้ในการเก็บเกี่ยวลูกปลาได้มีการสุ่มลูกปลามาชุดการทดลองละ 100 ตัว เพื่อหาค่าความถี่ของน้ำหนัก พบว่าลูกปลาในชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 1 ชุด ในระบบหมุนเวียนน้ำมีค่าความถี่ของช่วงน้ำหนักปลาที่ 5.00-9.99, 10.00-14.99, 15.00-19.99, 20.00-24.99, 25.00-29.99, 30.00-34.99, 35.00-39.99, 40.00-44.99 และ 45.00-49.99 กรัม มีค่าเท่ากับ 10, 23, 29, 22, 9, 4, 2, 1 และ 0 % ตามลำดับ ในขณะที่ ในชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 2 ชุด ในระบบน้ำหมุนเวียน มีค่าเท่ากับ 2, 8, 17, 10, 20, 22, 13, 4 และ 4 % ตามลำดับ (Figure 7) ซึ่งจะเห็นได้ว่าในระบบการเลี้ยงปลาที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 2 ชุด ในระบบน้ำหมุนเวียน นอกจากจะทำให้ปลามีอัตรารอดตายสูง ยังส่งผลให้ขนาดของลูกปลาที่ได้มีขนาดใหญ่กว่า ชี้ให้เห็นว่าการที่สามารถควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมตลอดระยะเวลาการอนุบาลได้นั้น มีส่วนช่วยให้ปลากินอาหารได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดีตามไปด้วย

Table 2 Production performances of red tilapia nursing in the different water management systems.; TBS = Tubular Settler was installed in water recirculation system.

	1 set of TBS	2 sets of TBS
No. fish as initial	2,500 ± 0.00[a]	2,500 ± 0.00[a]
Mean wt. as initial (g)	5.32 ± 0.00[a]	5.36 ± 0.01[a]
Total wt. as initial (kg)	13.32 ± 0.02[a]	13.41 ± 0.03[a]
No. fish as final	2,371 ± 120.38[a]	2,446 ± 42.60[a]
Mean wt. as final (g)	18.53 ± 0.19[b]	27.40 ± 0.13[a]
Total wt. as final (kg)	43.92 ± 1.79[b]	67.06 ± 0.84[a]
Survival rate (%)	94.84 ± 4.81[a]	97.88 ± 1.70[a]
No. feed (kg)	41.78 ± 1.24[b]	47.46 ± 0.75[a]
FCR	1.37 ± 0.02[a]	0.88 ± 0.03[b]
ADG (g/fish/day)	0.48 ± 0.00[b]	0.78 ± 0.00[a]

Remark : Mean values with different superscript letters in the same row were significantly different (*P<0.05*)

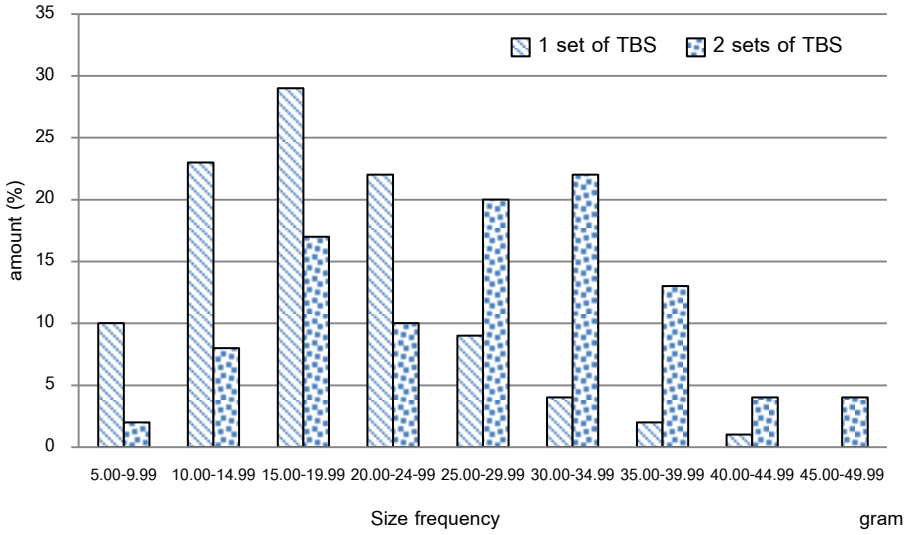


Figure 7 Size variation percentage of red tilapia reared in the different water treatment; TBS = Tubular Settler was installed in water recirculation system.

ผลของการใช้ Tubular settler จำนวน 1 ชุด เปรียบเทียบกับการใช้ Tubular settler จำนวน 2 ชุด ในระบบน้ำหมุนเวียนต่อต้นทุนในการผลิตลูกปลา

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลา

บ่ออนุบาลลูกปลาที่ใช้ในการทดลองจุน้ำปริมาตร 850 ลิตร ปริมาตรน้ำในถัง Hydro clone มีเท่ากับ 200 ลิตร ปริมาตรน้ำในถังบรรจุ Tubular Settler มีเท่ากับ 200 ลิตร และปริมาตรน้ำในถังพักน้ำ (Sump tank) มีเท่ากับ 800 ลิตร และจะมีการเติมน้ำทดแทนส่วนที่ปล่อยพร้อมตะกอนในระบบ Hydro clone วันละ 20 ลิตร

และการล้างระบบ Tubular Settler เมื่อมีการสะสมของตะกอนในระบบมาก ซึ่งตลอดระยะเวลาการอนุบาลได้ทำการล้าง Tubular Settler จำนวน 2 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการอนุบาลลูกปลานิลแดงได้มีการใช้น้ำไปทั้งสิ้น 2,970 และ 3,370 ลิตร ในชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 1 ชุด และ 2 ชุด ตามลำดับในระบบหมุนเวียนน้ำ ซึ่งใช้ปริมาณน้ำน้อยกว่าการศึกษาของชุมพล และคณะ (2558) ที่ได้ทำการอนุบาลลูกปลานิลแดงจำนวน 1,000 ตัวในบ่อที่จุน้ำ 1,000 ลิตร และมีการหมุนเวียนน้ำผ่านระบบ Hydro clone และระบบ Trickling filter เป็นระยะเวลา 30 วัน ซึ่งพบว่ามีการใช้ปริมาณน้ำเฉลี่ยถึง 4,420 ลิตร ด้วยกัน

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

ในบ่อพักน้ำของแต่ละชุดการทดลองจะมีการใช้ปั้มน้ำที่มีอัตราใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 0.130 กิโลวัตต์ ปั้มน้ำจากถังพักน้ำเข้าสู่ถังอนุบาลตลอดเวลาการอนุบาล 28 วัน ซึ่งสามารถคำนวณเป็นหน่วยการใช้ไฟฟ้าได้ทั้งสิ้น 87.36 หน่วย (จำนวนกิโลวัตต์ x ชั่วโมง) ในขณะที่ปั้มลมที่มีอัตราการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 0.05 กิโลวัตต์ เติมออกซิเจนให้กับถังอนุบาลลูกปลาและถังพักน้ำที่มี Moving bed ด้วย ตลอดระยะเวลาการอนุบาลลูกปลา และระยะเวลาในการเตรียมเชื้อ Nitrifying bacteria อีก 7 วัน ซึ่งสามารถคำนวณเป็นหน่วยการใช้ไฟฟ้าได้ทั้งสิ้น 42.0 หน่วย ซึ่งทั้ง 2 ชุดการทดลองได้มีต้นทุนค่าไฟฟ้าที่เท่ากัน ซึ่งหากอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 5 บาทต่อหน่วย คำนวณเป็นค่าไฟฟ้าในการหมุนเวียนน้ำและเติมออกซิเจนได้ทั้งสิ้น 646.8 บาทต่อรอบการอนุบาลลูกปลา

ต้นทุนค่า Tubular Settler ในการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำในระบบหมุนเวียนน้ำ

ราคาของ Tubular Settler ชุดละ 1,000 บาท ดังนั้นต้นทุนค่า Tubular Settler จึงมีค่าเท่ากับ 1,000 และ 2,000 บาท ในชุดการทดลองที่มีการติดตั้ง Tubular Settler จำนวน 1 ชุด และ 2 ชุด ตามลำดับ

สรุป

การอนุบาลลูกปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำที่มีการใช้ Tubular Settler จำนวน 2 ชุด เป็นระบบกำจัดตะกอนที่ต่อเพิ่มจากระบบ Hydro clone มีส่วนทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 88 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้ปริมาณผลผลิต น้ำหนักเฉลี่ยของปลา อัตราการรอดตาย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ ดีกว่าการอนุบาลลูกปลานิลแดงในระบบหมุนเวียนน้ำที่มีการใช้ Tubular Settler จำนวน 1 ชุด เป็นระบบกำจัดตะกอนอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งยังทำให้จำนวนรอบการผลิตลูกปลาให้ได้ขนาดที่จะใช้ในการเลี้ยงต่อเป็นปลาขนาดใหญ่ทั้งการเลี้ยงในบ่อดิน หรือในกระชังมากตามไปด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่าในระยะเวลา 1 ปี สามารถผลิตลูกปลาได้ไม่ต่ำกว่า 10 รอบ และสามารถกระทำได้โดยที่ใช้พื้นที่และปริมาณน้ำน้อยมากเมื่อเทียบกับการอนุบาลในบ่อดิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำปทุมธานี ที่ได้ความอนุเคราะห์ลูกพันธุ์ปลานิลแดงในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชุมพล ศรีทอง. 2558. **การพัฒนาระบบหมุนเวียนน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาดุกลูกผสม** (*Clarias macrocephalus x C. gariepinus*). วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

ชุมพล ศรีทอง, ทินวุฒิ ล่องพริก, และ ยนต์ มุสิก. 2559. **ผลของการใช้ระบบหมุนเวียนน้ำในการอนุบาลปลานิลแดง** (*Oreochromis niloticus X O. mossambicus*), น. 958-967 *ใน* **รายงานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54 (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2542. **วิธีการทางสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล**. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

APHA, AWWA and WPCA. 1992. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 18th ed., American Public Health Association, Washington, D.C.

Bhujel R, C. 2008. Statistics for Aquaculture. Jonh Wiley & Sons. USA.

Bovendeur, J., E.H. Eding and A.M. Henken. 1987. **Design and performance of a water recirculation system for high density culture of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)**. Aquaculture. 63: 329-353.

Chen, S. and R. F. Malone. 1991. **Suspended solids control in recirculating systems**, pp. 170-186 *In* **Proceedings from the Aquaculture Symposium**, Cornell University, Ithaca, New York.

Diana.J.S. 1997. **Feeding strategies**, pp. 245-262 *In* **Dynamics of Pond Aquaculture** (ed. H.S. Egna and C.E. Boyd), CRC Press. USA

Grady, C.P.L.Jr., G.T. Daigger. and H.C. Lim 1999. **Biological Wastewater Treatment. 2nd ed.**, Marcel Dekker, Inc, New York.

Heinsbroek, L.T.N. and A. Kamstra. 1990. **Design and performance of water recirculation systems for ell culture. Aquacult**. Eng. 9: 187-207.

Remmerswaal, R.A.M. 1993. **Recirculating aquaculture systems**. *Infofish technical handbook; 8*. Kuala Lumpur.

Srithong, C., Y. Musig., N. Areechon and W. Taparhudee. 2015. **Water Quality and Growth Performance of Hybrid Catfish (*Clarias macrocephalus x C. gariepinus*) Comparisons in Two Type of Water Recirculation System and a Water Exchange System**. Kasetsart University Fisheries Research Bulletin. 39:57-69.

การเปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ระบบน้ำใสเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุดที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

A Comparison of Rearing Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Using Clear Water System for Maximum Profit in Different Stocking Densities.

ณัฐธิดา บุญเพ็ง[1*] นิติ ชูเชิด[1] และ วราห์ เทพาหุดี[2]
Nattida Boonpeng[1*], Niti Chuchird[1] and Wara Tepahudee[2]

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบผลผลิต ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ด้วยการเลี้ยงระบบน้ำใสที่อัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน โดยศึกษาในฟาร์มเลี้ยงกุ้งเอกชน จังหวัดจันทบุรี ความเค็มระหว่างการเลี้ยงอยู่ในช่วง 20-25 พีพีที โดยการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยระบบน้ำใสชุดการทดลองที่ 1 ปล่อยลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 12 (PL12) ที่ความหนาแน่น 150,000 ตัว/ไร่ ทั้งหมด 3 บ่อ (บ่อขนาด 6 ไร่) และการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยระบบน้ำใสชุดการทดลองที่ 2 ปล่อยลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 12 (PL12) ที่ความหนาแน่น 300,000 ตัว/ไร่ ทั้งหมด 3 บ่อ (บ่อขนาด 6 ไร่) ผลการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยระบบน้ำใสชุดการทดลองที่ 1 จับกุ้งที่อายุ 90-94 วัน น้ำหนักผลผลิตและอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 26.05±3.31 กรัม, 3,380.18±409.83 กิโลกรัม/ไร่และ 87.00±9.09% ตามลำดับ มีต้นทุนเฉลี่ย 261,476.28±47,643.47 บาท/ไร่ และกำไรเฉลี่ย 711,592.11±261,461.08 บาท/ไร่ ผลการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยระบบน้ำใสชุดการทดลองที่ 2 จับกุ้งที่อายุ 90-116 วัน น้ำหนักเฉลี่ย ผลผลิต และอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 27.03±3.78 กรัม 5,892.54±1,410.38 กิโลกรัม/ไร่ และ 76.30±5.09% ตามลำดับ ต้นทุนเฉลี่ย 532,540.31±50,029.43 บาท/ไร่ และกำไรเฉลี่ย 776,351.28±355,280.37 บาท/ไร่ สำหรับกำไรเฉลี่ยจากการเลี้ยงของทั้ง 2 ชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ABSTRACT

Comparisons of production cost and farm revenue of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture using clear water system at different stocking densities were studied at a commercial shrimp farm in Chantaburi province. The salinity levels during the culture period were ranged from 20-25 ppt. Treatment 1, post larvae 12 (PL12) were stocked into 3 ponds (6 rai) at the density of 150,000 PL/rai. Treatment 2 post larvae 12 (PL12) were stocked into 3 ponds (6 rai) at the density of 300,000 PL/rai. After 90-94 days shrimp from treatment 1 was harvested. The average weight, production and survival rate was 26.05±3.31 g, 3,380.18±409.83 kg/rai and 87.00±9.09% respectively. The average production cost was 261,476.28±47,643.47 baht/rai and the average profit was 711,592.11±261,461.08 baht/rai. For treatment 2, Pacific white shrimp were gradually partial harvested and final harvested at 90-116 days. The average final weight, production and survival rate were 27.03±6.54 g, 5,892.54±1,410.38 kg/rai and 76.30±5.09%, respectively. The average production cost was 532,540.31±50,029.43 baht/rai and average profit was 776,351.28±355,280.37 baht/rai. There was no statistically significant difference ($p<0.05$) in the average profit between the two treatment.

Keywords : *Litopenaeus vannamei*, Polyaluminium Chloride, Clear water system

*Corresponding author; e-mail address: **nattida.bpp@gmail.com**

[1]ศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพ 10900

[1] Aquaculture Business Research center, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

[2] ภาควิชาพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพ 10900

[2] Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

คำนำ

การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) เป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงกุ้งของประเทศไทยเคยมีปริมาณสูงสุดในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณทั้งสิ้น 640,000 ตัน แต่ผลผลิตในปี พ.ศ. 2558 กลับลดลงถึงร้อยละ 60 โดยมีปริมาณผลผลิตเพียง 260,000 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) เนื่องจากปัญหาโรค EMS (Early Mortality Syndrome) ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio parahaemolyticus* สายพันธุ์ที่สร้างสารพิษทำลายตับ (Tran *et al*., 2013)

จากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดการพัฒนาแนวทางการเลี้ยงกุ้งของประเทศไทยออกเป็นหลายรูปแบบตามความเหมาะสมของศักยภาพของผู้เลี้ยงกุ้ง โดยแนวทางหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากในกลุ่มผู้เลี้ยงคือ การเลี้ยงกุ้งระบบน้ำใส (clear water) ซึ่งจะใช้วิธีการกำจัดสารอินทรีย์ และควบคุมปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในบ่อเลี้ยงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่เกิดอันตรายต่อกุ้งที่เลี้ยง และพยายามควบคุมค่าคุณภาพน้ำที่สำคัญให้เหมาะสมและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เพื่อลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อแบคทีเรียก่อโรค อีกทั้งยังช่วยให้กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม วิธีการเลี้ยงระบบน้ำใสจะมีต้นทุนการเลี้ยงที่สูงกว่าระบบการเลี้ยงทั่วไป และต้องแบ่งบ่อเลี้ยงที่มีในฟาร์มเพื่อปรับไปเป็นบ่อสำหรับบำบัดน้ำ ทำให้พื้นที่การเลี้ยงลดลงด้วย (ผจงจิตต์, 2558)

ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุดเกษตรกรที่เลี้ยงกุ้งในระบบน้ำใส จึงมีการปรับปรุงวิธีการเตรียมน้ำที่จะใช้เลี้ยงกุ้งให้สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ และปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อโรคให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น แล้วเพิ่มปริมาณความหนาแน่นของกุ้งที่เลี้ยง โดยหวังว่าปริมาณกุ้งที่เลี้ยงเพิ่มขึ้นจะสามารถชดเชยต้นทุนการเลี้ยงที่เพิ่มขึ้นได้

ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในระบบน้ำใส ที่ใช้อัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับเกษตรกรทั่วไป ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับฟาร์มเลี้ยงกุ้งของตนเองต่อไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาที่ฟาร์มเอกชนในจังหวัดจันทบุรี โดยฟาร์มที่ทำการศึกษาเป็นฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยระบบน้ำใสมี 2 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลอง มีอัตราการปล่อยลูกกุ้งที่แตกต่างกัน ชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการปล่อย 150,000 ตัว/ไร่ ชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราการปล่อย 300,000 ตัว/ไร่ โดยลูกกุ้งที่นำมาศึกษามาจากแหล่งเดียวกัน แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ เลี้ยงภายในฟาร์มเดียวกันและช่วงเวลาเดียวกัน **ระบบน้ำใสชุดการทดลองที่ 1** แต่ละซ้ำมีบ่อเลี้ยงกุ้งขนาดบ่อละ 6 ไร่ มีบ่อตกตะกอนพักน้ำขนาด 26.6 ไร่ และบ่อปรับปรุงคุณภาพน้ำขนาด 34 ไร่ ใช้สำหรับบ่อเลี้ยงทั้งหมด 9 บ่อ แต่ใช้ในการทดลอง 3 บ่อ

<u>การเตรียมบ่อและการเตรียมน้ำ</u> การเตรียมน้ำ สูบน้ำจากทะเลโดยผ่านอวนตาห่างเข้าบ่อตกตะกอนพักน้ำ จากนั้นสูบน้ำเข้าบ่อปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยกรองด้วยอวนมุ้งฟ้าขนาด 26 ไมโครเมตร และฆ่าพาหะในน้ำด้วยไตรโครฟอนในอัตรา 5 กก./ไร่ (2 พีพีเอ็ม) และคอปเปอร์ซัลเฟตในอัตรา 2 พีพีเอ็ม เปิดเครื่องให้อากาศเป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นสูบเข้าบ่อเลี้ยง (เครื่องสูบน้ำเป็นแบบหอยโข่ง จำนวน 1 ตัว/บ่อ มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า

ความเร็วรอบ 1,435 รอบ/นาที สูบน้ำได้ประมาณ 1 ตัน/นาที) โดยการกรองด้วยมุ้งฟ้าขนาด 26 ไมโครเมตร ร่วมกับใยฟูและเปิดเครื่องให้อากาศทิ้งไว้ 10 วัน หลังจากนั้นฆ่าเชื้อในน้ำด้วยคลอรีน (เปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ 65%) ในอัตรา 16 พีพีเอ็ม (40 กิโลกรัม/ไร่) การเตรียมบ่อเลี้ยง หลังจากจับกุ้งจากการเลี้ยงในรอบที่ผ่านมาแล้วจะทำการฉีดเลนเพื่อนำเลนออกหลังจากเลี้ยงกุ้งเสร็จและใช้เวลาในการตากบ่อเล็กน้อยประมาณ 5-7 วัน ก่อนสูบน้ำจากบ่อปรับปรุงคุณภาพน้ำเข้าสู่บ่อเลี้ยง

ระบบน้ำใสชุดการทดลองที่ 2 แต่ละซ้ำมีบ่อเลี้ยงกุ้งขนาดบ่อละ 6 ไร่ มีบ่อตกตะกอนพักน้ำ1 ขนาด 8 ไร่ บ่อตกตะกอนพักน้ำ 2 ขนาด 18 ไร่ และบ่อพร้อมใช้ขนาด 6 ไร่ ใช้สำหรับบ่อเลี้ยงทั้งหมด 3 บ่อ แต่ใช้ในการทดลอง 3 บ่อ

<u>การเตรียมบ่อและการเตรียมน้ำ</u> การเตรียมน้ำจะทำการสูบน้ำทะเลเข้าบ่อตกตะกอนพักน้ำ1 ที่มีพีอีกั้นเป็นทางเดินของน้ำ โดยกรองด้วยอวนมุ้งฟ้าขนาด 26 ไมโครเมตร และฆ่าพาหะในน้ำด้วยการเติมไดคลอร์วอสอัตรา 2.5 พีพีเอ็มและคอปเปอร์ซัลเฟตอัตรา 2 พีพีเอ็ม จากนั้นสูบน้ำเข้าบ่อตกตะกอนพักน้ำ 2 โดยผ่านด่างทับทิมที่ความเข้มข้น 5 พีพีเอ็มร่วมกับ polyaluminium chloride (PAC) ที่ความเข้มข้น (DOC/2)+3 พีพีเอ็ม (ค่า Dissolve organic carbon (DOC) คือ ค่าปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ) ด้วยวิธี Dosing หลังจากนั้น สูบน้ำเข้าสู่บ่อพร้อมใช้โดยฆ่าเชื้อในน้ำด้วยคลอรีนที่ความเข้มข้น 5 พีพีเอ็ม ด้วยวิธี Dosing การเตรียมบ่อเลี้ยงหลังจากจับกุ้งจากการเลี้ยงในรอบที่ผ่านมาแล้วจะทำการฉีดเลนเพื่อนำเลนออกหลังจากเลี้ยงกุ้งเสร็จและใช้เวลาในการตากบ่อเล็กน้อยประมาณ 5-7 วัน จากนั้นสูบน้ำจากบ่อพร้อมใช้เข้าสู่บ่อเลี้ยง (เครื่องสูบน้ำเป็นแบบ submersible pump ขนาด 6 นิ้ว จำนวน 2 ตัว/บ่อ มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 แรงม้า สูบน้ำได้ประมาณ 0.8 ตัน/นาที)

การปล่อยกุ้งและการจัดการในบ่อเลี้ยง

<u>การปล่อยลูกกุ้ง</u> การเลี้ยงกุ้งของทั้ง 2 ชุดการทดลองจะปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกันแต่มีการจัดการระหว่างการเลี้ยงแบบเดียวกัน ชุดการทดลองที่ 1 ปล่อยกุ้งความหนาแน่น 150,000 ตัว/ไร่ ชุดการทดลองที่ 2 ปล่อยกุ้งความหนาแน่น 300,000 ตัว/ไร่ ทั้ง 2 ชุดการทดลอง ใช้ลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 12 (PL12) ที่ผ่านการตรวจโดยเทคนิคพีซีอาร์ (PCR: polymerase chain reaction) ว่าปลอดเชื้อไวรัสดวงขาว (White Spot Syndrome Virus; WSSV) ไวรัส หัวเหลือง (Yellow Head Virus; YHV) ไวรัสทอร่า (Taura Syndrome Virus; TSV) และแบคทีเรียชนิด *V. parahaemolyticus* สายพันธุ์ที่ก่อโรคอีเอ็มเอส การปล่อยลูกกุ้งใช้วิธีการปล่อยในบ่อโดยตรง ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ให้อาหารวันละ 4 ครั้งในเวลา 6.00, 10.00, 14.00 และ 18.00 นาฬิกาตามลำดับ หลังจากนั้น 30 วันจะให้อาหารโดยใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติส่วนปริมาณอาหารที่ให้จะปรับอาหารด้วยวิธีการใช้ยอและปรับตามเปอร์เซ็นการกินอาหารต่อน้ำหนักตัวของกุ้ง ส่วนการจัดการคุณภาพน้ำจะควบคุมค่าคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนาไมตาม ชลอและพรเลิศ (2547)

<u>การเปลี่ยนถ่ายน้ำ</u> ตลอดการเลี้ยงจะมีการดูดเลนกลางบ่อเพื่อกำจัดของเสียและมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำโดยอาหาร 1 กิโลกรัมถ่ายน้ำประมาณ 3-5 ตันควบคู่กับการพิจารณาปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp.ในน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

<u>การศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ</u> เก็บตัวอย่างน้ำในบ่อเลี้ยงทุกๆ 14 วัน บ่อละ 2 จุด ด้วยขวดเก็บตัวอย่างและรักษาตัวอย่างน้ำที่จะวิเคราะห์ในกล่องโฟมแช่เย็นด้วยน้ำแข็งขณะลำเลียงขนส่งที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ก่อนวิเคราะห์น้ำนำตัวอย่างออกมาจากกล่องโฟม รอจนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำเท่ากับอุณหภูมิห้อง

วิเคราะห์น้ำแต่ละตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมีพารามิเตอร์ คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและอุณหภูมิน้ำ (YSI DO 200-4M) ความเป็นกรดเป็นด่าง (เครื่อง YSI) ความเป็นด่าง (APHA, AWWA และ WPCF, 1995) แอมโมเนียรวม (APHA, AWWA และ WPCF, 1995) ไนไตรท์ (Strickland and parsons, 1972) และศึกษาปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp.บนอาหาร Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose (TCBS) agar ด้วยวิธี spread plate (ตามวิธีของ APHA, AWWA และ WPCF, 1995) บ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

การจับกุ้ง ชุดการทดลองที่ 1 ทำการจับกุ้งเมื่อกุ้งเจริญเติบโตจนได้ขนาดที่เหมาะสมแล้วจึงใช้อวนลากจับกุ้งทั้งหมดโดยที่ไม่มีการแบ่งจับ ชุดการทดลองที่ 2 จะทำการแบ่งจับเมื่อกุ้งได้ขนาดที่เหมาะสม เนื่องจากมีปริมาณกุ้งในบ่อเป็นจำนวนมาก

ผลตอบแทนระหว่างการเลี้ยง

วิเคราะห์เปรียบเทียบองค์ประกอบของต้นทุนและผลตอบแทนทั้งระบบจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ระดับความหนาแน่นและระบบการตกตะกอนในบ่อพักน้ำที่แตกต่างกัน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ

คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกันของทั้ง 2 ชุดการทดลองแสดงไว้ใน Table 1 พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสมตลอดการเลี้ยงเนื่องจากมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและมีการควบคุมปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp.ในน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมตลอดการเลี้ยง โดยในระหว่างการเลี้ยงมีการควบคุมปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp.ในน้ำให้ไม่เกิน 10^2 โคโลนี/มิลลิลิตรทั้งโคโลนีสีเขียวและสีเหลือง

Table 1 Comparison of water quality parameters and *Vibrio* spp. number in grow-out ponds between treatment 1 and treatment 2

Parameter	Treatment1	Treatment2
Dissolved oxygen (mg/l)	6.51-6.77	6.56-6.59
Temperature (^{o}C)	28.2-30.0	28.4-30.2
pH	7.66-7.80	7.28-7.76
Alkalinity (mg/l)	133-175	140-241
Ammonia (mg/l)	0.016-0.078	0.003-0.123
Nitrite (mg/l)	0.182-1.476	0.177-1.271
Vibrio spp. (CFU/ml)	1.50-7.70x10^2	0.86-2.30x10^2

ผลตอบแทนระหว่างการเลี้ยง

ผลการศึกษาต้นทุน ปริมาณผลผลิตและอัตราการตอบแทนที่ความหนาแน่นแตกต่างกันแสดงไว้ใน Table 2 จากการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบ น้ำหนัก อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายพบว่าการเลี้ยงกุ้ง

ขาวแวนนาไมด้วยระบบน้ำใสชุดการทดลองที่ 1 จับกุ้งที่อายุ 90-94 วัน น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 26.05±3.31 กรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.28±0.03 กรัม/วัน ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,380.18±409.83 กิโลกรัม/ไร่ และอัตราการรอดตายเท่ากับ 87.00±9.09% ตามลำดับ ในบ่อที่ 1 จับกุ้งที่อายุ 94 วัน ขนาด 33 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.32 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 3,510.27 กิโลกรัม/ไร่ บ่อที่ 2 จับกุ้งที่อายุ 90 วัน ขนาด 39 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.28 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 3,804.26 กิโลกรัม/ไร่ บ่อที่ 3 จับกุ้งที่อายุ 91 วัน ขนาด 45 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.24 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 2,826.00 กิโลกรัม/ไร่ (Table 3) ผลการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยระบบน้ำใส ชุดการทดลองที่ 2 จับกุ้งที่อายุ 90-116 วัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 5,892.54±1,410.38 กิโลกรัม/ไร่ น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 27.03±3.78 กรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.26±0.07 กรัม/วัน และอัตราการรอดตายเท่ากับ 76.30±5.09% บ่อที่ 1 แบ่งจับทั้งหมด 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 จับกุ้งที่อายุ 61 วัน ขนาด 69 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.24 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 1,416.26 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 2 จับกุ้งที่อายุ 76 วัน ขนาด 47 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.28 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 1,232.62 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 3 จับกุ้งที่อายุ 90 วัน ขนาด 41 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.27 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 3,737.32 กิโลกรัม/ไร่ บ่อที่ 2 แบ่งจับทั้งหมด 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 จับกุ้งที่อายุ 62 วัน ขนาด 67 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.24 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 1,224.67 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 2 จับกุ้งที่อายุ 74 วัน ขนาด 44 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.31 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 968.95 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 3 จับกุ้งที่อายุ 83 วัน ขนาด 36 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.33 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 976.05 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 4 จับกุ้งที่อายุ 103 วัน ขนาด 29 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.33 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 3,820.06 กิโลกรัม/ไร่ บ่อที่ 3 แบ่งจับทั้งหมด 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 จับกุ้งที่อายุ 57 วัน ขนาด 96 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.18 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 834.70 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 2 จับกุ้งที่อายุ 87 วัน ขนาด 57 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.20 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 900.42 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 3 จับกุ้งที่อายุ 103 วัน ขนาด 49 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.20 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 823.34 กิโลกรัม/ไร่ ครั้งที่ 4 จับกุ้งที่อายุ 116 วัน ขนาด 45 ตัว/กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.19 กรัม/วัน และมีผลผลิตเท่ากับ 1,743.22 กิโลกรัม/ไร่ (Table 3)

เมื่อพิจารณาผลผลิตและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งพบว่าต้นทุนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยระบบน้ำใสชุดการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 532,540.31±50,029.43 บาท/ไร่ ซึ่งสูงกว่าชุดการทดลองที่ 1 ที่มีค่าเท่ากับ 261,476.28±47,643.47 บาท/ไร่ แต่เมื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนและกำไร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งผลตอบแทนในการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากของผจงจิตต์ (2559) ที่ศึกษาผลการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในระบบน้ำใสเลี้ยงความหนาแน่นที่ 120,000ตัว/ไร่ พบอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.14-0.29 กรัม/วัน อัตราการรอดตาย 41.26-91.86% พบว่าในบ่อที่ขาดทุน กุ้งจะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันค่อนข้างต่ำคือ มีค่า ADG น้อยกว่า 0.15 กรัมต่อวันหรือมีอัตราการรอดตายต่ำ ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งในระบบน้ำใสที่มีต้นทุนการเลี้ยงสูง เกษตรกรจำเป็นจะต้องได้ลูกกุ้งที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีอย่างน้อยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงกว่า 0.15 กรัม/วัน และต้องมีระบบบำบัดน้ำที่ดี มี

ปริมาณน้ำสำหรับเปลี่ยนถ่ายอย่างเพียงพอ ระหว่างการเลี้ยงต้องมีการควบคุมปริมาณสารอินทรีย์ตลอดจนแบคทีเรียก่อโรคในน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ในงานวิจัยครั้งนี้ทางฟาร์มได้ควบคุมปริมาณแบคทีเรีย *Vibrio* spp. ในน้ำไม่ให้เกิน 10^2 โคโลนี/มิลลิลิตร จึงทำให้กุ้งในบ่อแข็งแรงมีอัตราการรอดตายสูง

Table 2 A comparison of the production, cost of production and profit from culture of Pacific white shrimp at two treatments (mean±standard deviation)

Data	Treatment1	Treatment2
Stocking density (PL/rai)	150,000	300,000
Culture period (days)	90-94	90-116
Average weight (g)	26.05±3.31[a]	27.03±3.78[a]
Average daily growth rate (ADG) (g/day)	0.28±0.03[a]	0.26±0.07[a]
Feed conversion ratio	1.27±0.09[a]	1.5±0.27[a]
Survival rate (%)	87±9.09[a]	76.30±5.09[a]
Total production (kg/rai)	3,380.18±409.83[a]	5,892.54±1,410.38[b]
Total cost (baht/rai)	261,476.28±47,643.47[a]	532,540.31±50,029.43[b]
Benefit (baht/rai)	973,068.39±309,094.23[a]	1,308,891.59±403,745.11[a]
Profit (baht/rai)	711,592.11±261,461.08[a]	776,351.28±355,280.37[a]

Note : 1 rai = 1,600 m^2 , different letters were significantly different at $p < 0.05$

สรุปผลการทดลอง

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยระบบน้ำใสทั้ง 2 ชุดการทดลองพบว่ากุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่สูงคือ 0.26-0.28 กรัม/วัน และมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 76.3-87% ที่กุ้งอายุ 90-116 วัน และจากการศึกษาต้นทุนการเลี้ยงของทั้ง 2 ชุดการทดลองพบว่าต้นทุนในการเลี้ยงแบบที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าในขณะที่ผลกำไรต่อไรของการเลี้ยงกุ้งทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีค่าใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะ

แนวทางการเลี้ยงกุ้งระบบน้ำใสควรมีจำนวนบ่อพักน้ำอย่างน้อยร้อยละ 50 ในขณะที่มีบ่อเลี้ยงร้อยละ 50 เนื่องจากการเลี้ยงระบบนี้จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมากเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาว และควบคุมปริมาณแบคทีเรียให้มีปริมาณน้อยที่สุดตลอดการเลี้ยง เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งระบบน้ำใสมีต้นทุนที่สูง ดังนั้นลูกกุ้งที่ใช้ในการเลี้ยงระบบนี้ควรเป็นสายพันธุ์ที่โตเร็ว มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) อย่างน้อยมากกว่า 0.15 กรัม/วัน และต้องมีอัตรารอดตายอย่างน้อยร้อยละ 75 มิฉะนั้นเกษตรกรอาจประสบปัญหาขาดทุนได้

Table 3 The production of two treatments

Treatment1				
Pond	Age(days)	Size(shrimp/kg)	ADG(g/day)	Production(kg/rai)
1	94	33	0.32	3,510.27
2	90	39	0.28	3,804.26
3	91	45	0.24	2,826.00
Average±SD				3,380.18±409.83
Treatment2				
Pond	Age(days)	Size(shrimp/kg)	ADG(g/day)	Partial(kg/rai)
1	61	69	0.24	1,416.26
	76	47	0.28	1,232.62
	90	41	0.27	3,737.32
2	62	67	0.24	1,224.67
	74	44	0.31	968.95
	83	36	0.33	976.05
	103	29	0.33	3,820.06
3	57	96	0.18	834.70
	87	57	0.20	900.42
	103	49	0.20	823.34
	116	45	0.19	1,743.22
Average±SD				5,892.54±1,410.38

สรุปผลการทดลอง

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยระบบน้ำใสทั้ง 2 ชุดการทดลองพบว่ากุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่สูงคือ 0.26-0.28 กรัม/วัน และมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 76.3-87% ที่กุ้งอายุ 90-116 วัน และจากการศึกษาต้นทุนการเลี้ยงของทั้ง 2 ชุดการทดลองพบว่าต้นทุนในการเลี้ยงแบบที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าในขณะที่ผลกำไรต่อไรของการเลี้ยงกุ้งทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีค่าใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะ

แนวทางการเลี้ยงกุ้งระบบน้ำใสควรมีจำนวนบ่อพักน้ำอย่างน้อยร้อยละ 50 ในขณะที่มีบ่อเลี้ยงร้อยละ 50 เนื่องจากการเลี้ยงระบบนี้จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมากเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาว และควบคุมปริมาณแบคทีเรียให้มีปริมาณน้อยที่สุดตลอดการเลี้ยง เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งระบบน้ำใสมีต้นทุนที่สูง ดังนั้นลูกกุ้งที่ใช้ในการเลี้ยงระบบนี้ควรเป็นสายพันธุ์ที่โตเร็ว มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) อย่าง

น้อยมากกว่า 0.15 กรัม/วัน และต้องมีอัตรารอดตายอย่างน้อยร้อยละ 75 มิฉะนั้นเกษตรกรอาจประสบปัญหาขาดทุนได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณจุรีย์ฟาร์มที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูลและการเปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุดที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

ชลอ ลิ้มสุวรรณ และ พรเลิศ จันทร์รัชชกูล. 2547.**อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย**. สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชเนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม 2547. บริษัทเมจิคพับบลิเคชั่นจำกัด.

ผจงจิตต์ ทองศรี. 2559. **แนวทางการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม** (*Litopenaeus vannamei*) **เพื่อลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ** *Vibrio parahaemolyticus* **สายพันธุ์ก่อโรค** EMS. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มั่นสิน ตัณฑ์ทุลเวชศม์. 2538. **วิศวกรรมประปาเล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์และจารุวรรณ สมสิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง**. สถาบันประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ.115 น.

ยนต์ มุสิก. 2539. **คุณภาพน้ำกับกำลังการผลิตของบ่อปลา**. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2559**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

APHA, AWWA and WEF. 1995. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th ed. United Book Press, Maryland.

Ji, Q., H. Liu, C. Hu, J. Qu, D. Wang and J. Li. 2008. Removal of disinfection by-products precursors by polyaluminum chloride coagulation coupled with chlorination. **Separation and Purification Technology**. 62: 464-469.

Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons. 1972. **A Pratical Handbook of Seawater Analysis**. Fisheries Research Board of Canada Bulletin167. Ottawa.

Tran, L., L. Nunan, R.M. Redman, L.L. Mohney, C.R. Pantoja, K. Fitzsimmons and D. V. Lightner. 2013. Determination of the infectious nature of the agent of acute hepatopancreatic necrosis syndrome affecting penaeid shrimp. **Dis Aquat Org**. 105: 45–55.

การแพร่กระจายของธาตุอาหารในอ่าวไทย
Distribution of Nutrients in the Gulf of Thailand

มินตรา มารบุญ [1] เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ [*1] ณิศรา ถาวรโสตร์ [1] และจารุมาศ เมฆสัมพันธ์[2]
Mintra Marboon[1], Shettapong Meksumpun ,[*1]Nissara Thawonsode [1]and Charumas Meksumpun[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาการแพร่กระจายของธาตุอาหารในอ่าวไทย โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำในอ่าวไทย ระหว่างวันที่ 12 มีนาคม ถึง 14 เมษายน พ.ศ. 2556 พบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่ระดับผิวน้ำ มีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 10.5-21.7 µM โดยมีความเข้มข้นสูงจากทางตอนบนมาทางตอนล่างของอ่าวไทย ความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่ระดับพื้นท้องน้ำ มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 11.2-20.3 µM ส่วนความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนที่ระดับผิวหน้าน้ำและพื้นท้องน้ำมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงระดับที่ต่ำมากจนไม่สามารถวัดได้ถึง 4.6 µM ความเข้มข้นของซิลิเกต-ซิลิคอนที่ระดับผิวน้ำมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 6.0-13.0 µM ในขณะที่ความเข้มข้นของซิลิเกต-ซิลิคอนที่ระดับพื้นท้องน้ำมีความเข้มข้นสูงมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 6.5-24.2 µM สำหรับความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่ระดับผิวหน้าน้ำและระดับพื้นท้องน้ำ มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.1-0.3 และ 0.1-0.7 µM ตามลำดับ โดยภาพรวมความเข้มข้นของธาตุอาหารที่บริเวณพื้นท้องน้ำมีค่าสูงกว่าบริเวณผิวน้ำอย่างชัดเจน จากผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าบริเวณนอกชายฝั่งทะเลทางตอนบนและทางตอนล่าง เป็นบริเวณที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูง จึงเป็นบริเวณที่มีความสำคัญในการเป็นแหล่งของธาตุอาหารในอ่าวไทย โดยเฉพาะในบริเวณพื้นท้องน้ำ

ABSTRACT

Research on the distribution of nutrients in the Gulf of Thailand was carried out during March, 14th to April, 12th in 2013. The result showed that concentrations of ammonium-nitrogen at the surface water ranged between 10.5-21.7 µM while the concentration at bottom water ranged between 11.2-20.3 µM. The concentrations of nitrite and nitrate-nitrogen at the surface and bottom water ranged between none detected to 4.6 µM. The concentrations of silicate-silicon at the surface water ranged between 6.0-13.0 µM, while they ranged between 6.5-24.2 µM at the bottom water. In the case of orthophosphate-phosphorous, the concentrations of this nutrient at the surface and bottom waters ranged between 0.1-0.3 µM and 0.1-0.7 µM, respectively. Overall results demonstrated that the concentrations of nutrients at the bottom water were particularly higher than those of the surface water. Since the high concentrations of nutrients were found at the off shore areas in the upper and lower parts in of the Gulf and nutrients at bottom water is very important to distribution of nutrient in the Gulf of Thailand.

Key Words :nutrient, gulf of Thailand

* Corresponding author; e-mail address: ffisspm@ku.ac.th

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

อ่าวไทยเป็นแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติที่สำคัญเป็นอ่าวที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางทรัพยากรสัตว์น้ำ และเป็นแหล่งทำการประมงที่เป็นรายได้หลักของประเทศไทย มีพื้นที่ตลอดแนวชายฝั่งทั้งสิ้นประมาณ 2,600 กิโลเมตร เป็นอ่าวกึ่งปิด มีแม่น้ำสายหลักที่ไหลลงสู่อ่าวไทยที่สำคัญ 4 สาย ได้แก่ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง ที่เป็นแหล่งธาตุอาหารที่ไหลลงสู่อ่าวไทยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อระบบนิเวศน์ในแหล่งน้ำเป็นจุดเริ่มต้นของการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศน์ และเป็นกระบวนสำคัญในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารระหว่างในแผ่นดินและในทะเล (Eyre and Twigg, 1997) ธาตุอาหารส่วนใหญ่มาจากน้ำทิ้งจากเกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม และของเสียจากบ้านเรือน ธาตุอาหารจากบริเวณชายฝั่งสามารถแพร่กระจายลงสู่อ่าวไทยได้โดยมรสุมที่พัดผ่านอ่าวไทย กระแสน้ำในอ่าวไทยที่ไหลเข้ามาในอ่าวทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ความเร็วเฉลี่ย 2 เมตรต่อวินาที (ศิราพร และอนุกูล, 2557)

ธาตุอาหาร หรือ สารอาหาร คือ สารประกอบทางเคมีที่พบได้ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจัยหลักของพืชและผู้ผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำนำไปใช้ในการเติบโตและดำรงชีวิต และยังสามารถถ่ายทอดผ่านทางห่วงโซ่อาหารต่อไปได้อีก (เชษฐพงษ์ และคณะ, 2556) แอมโมเนียม-ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารไนโตรเจนที่ไม่เป็นพิษและมีความสำคัญต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ไนเตรท-ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญอย่างหนึ่งของแพลงก์ตอนพืช และไนไตรท์มักมีค่าสูงในบริเวณที่มีออกซิเจนต่ำหรือบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของน้ำเสีย ไนไตรท์สามารถเกิดขึ้นได้จากกระบวนการ Oxidation ของแอมโมเนียมโดยแบคทีเรีย หรือจากกระบวนการ Reduction ของไนเตรท (เชษฐพงษ์, 2545) สำหรับซิลิคอนเป็นธาตุอาหารที่มีปริมาณน้อยและมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมี สิ่งมีชีวิตจะนำซิลิคอนไปใช้ในการเติบโตโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอมและแพลงก์ตอนพืชที่มีเกล็ดหุ้มเซลล์บางชนิด เช่น เป็นโครงสร้างของฝา เปลือก หรือโครงสร้างภายนอก (เชษฐพงษ์, 2545) ซิลิเกต-ซิลิคอนมาจากการสึกกร่อน การกัดเซาะ การชะล้างของพื้นดินแล้วไหลลงสู่ทะเล เช่น ควอทซ์ เฟลสปาร์ ทราย และโคลน (สมถวิล, 2540) ฟอสฟอรัสมีทั้งรูปสารอินทรีย์และอนินทรีย์ โดยปกติแพลงก์ตอนพืชจะนำไปใช้ในรูปออร์โธฟอสเฟตในการเติบโต ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างพลังงานให้แก่เซลล์ และการสืบพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงและเป็นรูปหลักที่มีอยู่ในน้ำทะเล (เชษฐพงษ์, 2545) ซึ่งความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟตที่มีความเข้มข้นเพียง 0.2 μM ก็สามารถกระตุ้นเกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำได้ (จารุมาศ และเชษฐพงษ์, 2552) ถ้าความเข้มข้นของธาตุอาหารในมวลน้ำมีความเข้มข้นน้อยเกินไปจะไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนผลผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำ (Marine primary production) ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำ แต่ถ้ามีความเข้มข้นของธาตุอาหารมากเกินไปหรือเกิดสภาวะยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ที่เป็นเหตุให้เกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชจะส่งผลต่อปัญหาคุณภาพน้ำซึ่งไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสัตว์ (เพ็ญใจ และปัทมา, 2556)

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบลักษณะการแพร่กระจายความเข้มข้นของธาตุอาหาร ได้แก่ แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ซิลิเกต-ซิลิคอน ในมวลน้ำของพื้นที่อ่าวไทย ที่มีความสำคัญต่อการประเมินศักยภาพในการผลิตสัตว์น้ำในอ่าวไทย นอกจากนี้ยังทำการศึกษาวิเคราะห์ทั้งระดับที่พบในผิวหน้าน้ำและในบริเวณพื้นท้องน้ำใกล้ผิวดิน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในลักษณะ

การเปลี่ยนแปลงและที่มาของธาตุอาหารซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศของอ่าวไทยได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารในน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำระหว่างวันที่ 12 มีนาคม ถึง 14 เมษายน พ.ศ. 2556 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่สถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่อ่าวไทยจำนวนทั้งสิ้น 45 สถานี (Figure 1) ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 3 เขต คือ อ่าวไทยตอนบน (สถานีที่ 1-17) อ่าวไทยตอนกลาง (สถานีที่ 18-32) และอ่าวไทยตอนล่าง (สถานีที่ 33-45) โดยใช้กระบอกเก็บน้ำขนาด 10 ลิตร เก็บตัวอย่างน้ำ ณ ตำแหน่งความลึก 2 ระดับ คือ ที่ระดับผิวน้ำความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร และระดับเหนือพื้นท้องน้ำความลึกประมาณ 50 เซนติเมตรเหนือพื้นท้องน้ำ กรองตัวอย่างน้ำผ่านกระดาษกรอง GF/F (Whatman) เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร โดยใช้อุปกรณ์กรองน้ำ (Filter set) เก็บตัวอย่างน้ำที่กรองแล้วใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 10 มิลลิลิตร และเก็บรักษาตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นธาตุอาหารในน้ำ (แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ซิลิเกต-ซิลิคอน และออร์โธฟอตเฟส-ฟอสฟอรัส) โดยเครื่องวิเคราะห์ธาตุอาหารแบบอัตโนมัติ (Auto-analyzer, SKALAR type 1070) ในห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

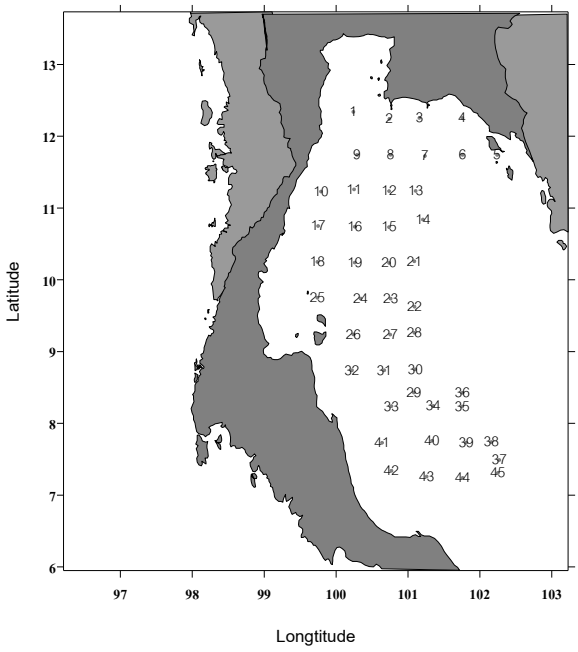


Figure 1 Sampling stations in the Gulf of Thailand during 14 March and 12 April 2013.

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความเข้มข้นแอมโมเนียม-ไนโตรเจน

ความเข้มข้นแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่ระดับผิวน้ำ (Figure 2) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 10.5-21.7 µM ทางตอนบนของอ่าวไทยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแอมโมเนียม-ไนโตรเจนเท่ากับ 16.0±2.9 µM ทางตอนกลางมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 13.9±3.6 µM และทางตอนล่างมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 13.1±2.0 µM ตามลำดับ มีแนวโน้มความเข้มข้นสูงทางตอนบนไปทางตอนล่างของอ่าวไทย บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ ได้แก่ อ่าวไทยตอนกลางสถานีที่ใกล้ชายฝั่งจังหวัดชุมพร จังหวัดสุราษฎร์ธานี และอ่าวไทยตอนกลางในสถานีที่ไกลจากชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งแพลงก์ตอนพืชจะนำแอมโมเนียม-ไนโตรเจนไปใช้ในกระบวนการของเซลล์ได้ง่ายเพราะมีโมเลกุลเล็กกว่าไนโตรเจนรูปอื่น ๆ ความเข้มข้นแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่ระดับพื้นท้องน้ำ (Figure 3) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 11.2-20.3 µM บริเวณทางตอนบนของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 14.3±1.0 µM บริเวณตอนกลางของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 14.6±3.2 µM และบริเวณทางตอนล่างของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 13.7±2.4 µM บริเวณที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงมากกว่า 20 µM ได้แก่ บริเวณทางตอนกลางในสถานีที่ห่างจากชายฝั่งจังหวัดชุมพร และจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งจากการศึกษาของ อนุกูล และคณะ (2557) พบว่า มวลน้ำในอ่าวไทยมีการแบ่งชั้นจากการเกิดชั้นเทอร์โมไคล์ โดยเกิดจากการแทรกตัวของน้ำทะเลจีนใต้ไหลเข้ามาทางด้านล่าง จึงอาจส่งผลให้มีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงในบริเวณที่น้ำจากทะเลจีนใต้แทรกตัวเข้ามา

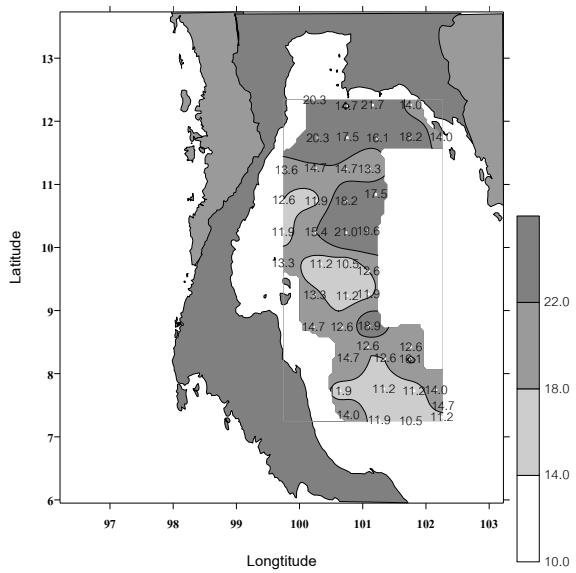


Figure 2 Distribution of ammonium-nitrogen (µM) at surface water in the Gulf of Thailand.

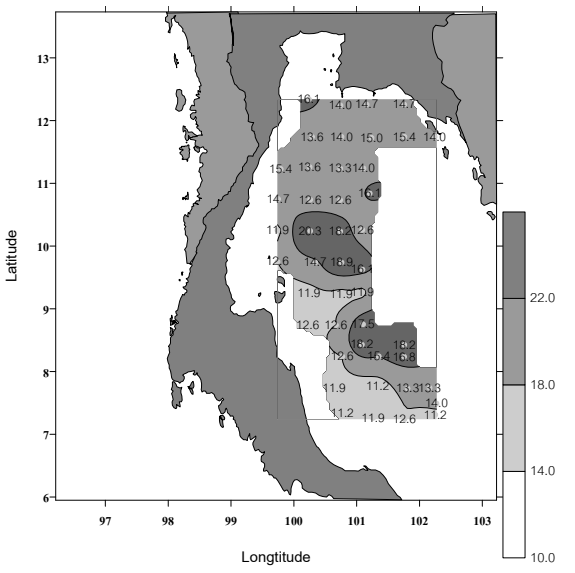


Figure 3 Distribution of ammonium-nitrogen (µM) at bottom water in the Gulf of Thailand.

ความเข้มข้นไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน

ความเข้มข้นไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนที่ระดับผิวน้ำ (Figure 4) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงระดับที่ต่ำมากจนไม่สามารถวัดได้ถึง 2.6 µM พบความเข้มข้นสูงบริเวณตอนล่างของอ่าวไทยนอกชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช ส่วนความเข้มข้นไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนที่ระดับพื้นท้องน้ำ (Figure 5) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงระดับที่ต่ำมากจนไม่สามารถวัดได้ถึง 4.6 µM จะมีความเข้มข้นสูงทางตอนบน บริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัด

ตราด และทางตอนล่างของอ่าวไทย บริเวณห่างจากชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งบริเวณดังกล่าวเกิดกระแสน้ำวนจึงมีโอกาสสูงที่มีสารอินทรีย์ในบริเวณดังกล่าวสูง และมีโอกาสเกิดการฟุ้งกระจายของดินตะกอนซึ่งสามารถเพิ่มความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน โดยสอดคล้องกับความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสบริเวณดังกล่าวมีแนวโน้มสูงไปในทางเดียวกัน ประกอบกับสารอินทรีย์มีการย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย เมื่อมีแอมโมเนียมาก ๆ เกินความต้องการของแพลงก์ตอนพืชจะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนไตรท์และไนเตรทต่อไป (ยนต์, 2539) โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท- ไนโตรเจนทั้งระดับผิวน้ำและพื้นท้องน้ำส่วนมากมีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำมากจนไม่สามารถวัดได้

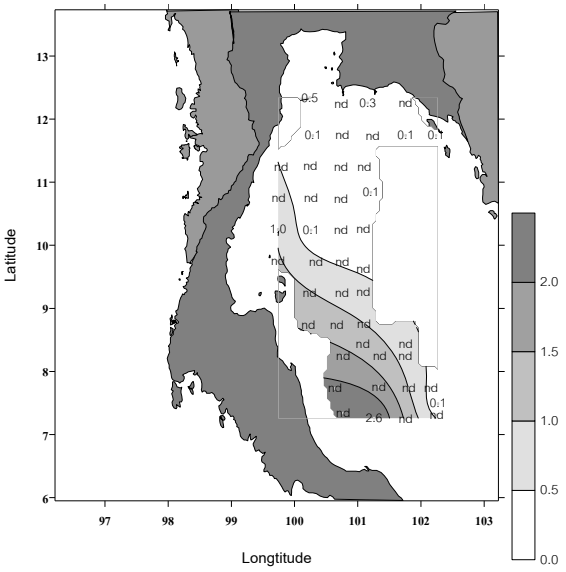


Figure 4 Distribution of nitrite and nitrate-nitrogen (μM) at surface water in the Gulf of Thailand.

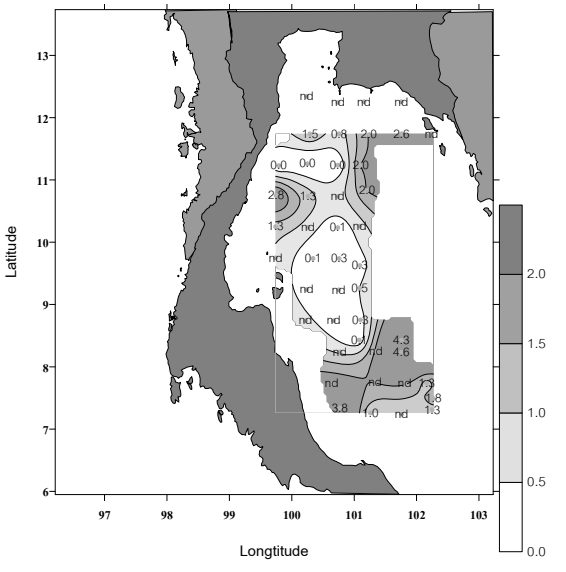


Figure 5 Distribution of nitrite and nitrate-nitrogen (μM) at bottom water in the Gulf of Thailand.

ความเข้มข้นซิลิเกต-ซิลิคอน

ความเข้มข้นซิลิเกต-ซิลิคอนที่ระดับผิวน้ำ (Figure 6) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 6.0-13.0 μM โดยทางตอนบนของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.8±1.9 μM บริเวณทางตอนกลางของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.4±1.4 μM และบริเวณทางตอนล่างของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 7.9±1.3 μM ความเข้มข้น ซิลิเกต-ซิลิคอนในอ่าวไทยที่มีความเข้มข้นสูงมากกว่า 10.0 μM จะพบในบริเวณทางตอนบนของอ่าวไทย ห่างจากชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดตราด รวมทั้งพบในบริเวณทางตอนกลางของอ่าวไทยห่างจากชายฝั่งจังหวัดชุมพร และบริเวณทางตอนล่างของอ่าวไทยห่างจากชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช จะเห็นว่าบริเวณที่พบความเข้มข้นซิลิเกต-ซิลิคอนสูงส่วนใหญ่เป็นบริเวณใกล้ชายฝั่งมากกว่าบริเวณห่างไกลจากชายฝั่ง โดยเฉพาะบริเวณทางตอนบนของอ่าวไทย เนื่องจากซิลิเกต-ซิลิคอนเกิดจากการกัดเซาะชายฝั่ง และชะล้างจากแผ่นดินเป็นหลัก แล้วแพร่กระจายไหลลงไปสู่อ่าวไทย ส่วนความเข้มข้นซิลิเกต-ซิลิคอนที่ระดับพื้นท้องน้ำ (Figure 7) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 6.5-24.2 μM ในบริเวณทางตอนบนของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.8±1.9 μM บริเวณตอนกลางของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.4±1.4 μM บริเวณทางตอนล่างของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 7.9±1.3 μM ส่วนมากจะพบความเข้มข้นซิลิเกต-

ซิลิคอนมีความเข้มข้นมากกว่า 20.0 µM ที่บริเวณอ่าวไทยตอนบนที่ห่างจากชายฝั่งจังหวัดตราด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดชุมพร และทางตอนล่างของอ่าวไทยห่างจากชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช ในภาพรวมความเข้มข้นซิลิเกต-ซิลิคอนที่ระดับพื้นท้องน้ำสูงกว่าที่ระดับผิวน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางตอนบนและตอนล่างที่อยู่ห่างชายฝั่งของอ่าวไทย ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน และสอดคล้องกับการศึกษาของ อนุกูล และคณะ (2557) พบว่า เกิดจากการแทรกตัวของน้ำทะเลจีนใต้ไหลเข้ามาทางด้านล่าง จึงอาจส่งผลให้มีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงในบริเวณที่น้ำจากทะเลจีนใต้แทรกตัวเข้ามา จึงสามารถยืนยันได้ว่ามีมวลน้ำชั้นล่างจากทะเลจีนใต้แทรกเข้ามาสู่อ่าวไทยได้ และสามารถเป็นแหล่งที่มาที่สำคัญของสารอาหารในบริเวณดังกล่าว

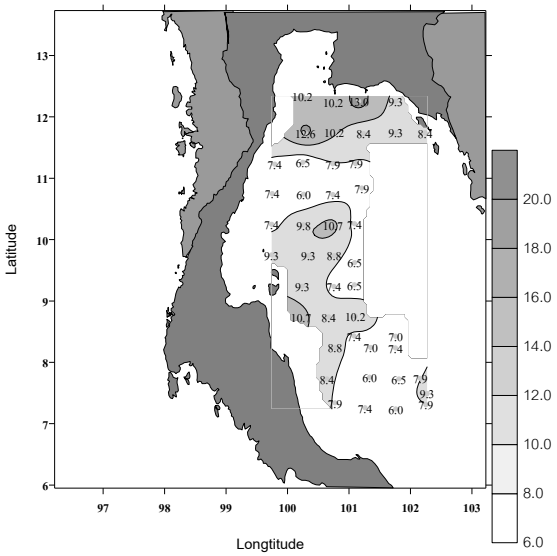


Figure 6 Distribution of silicate-silicon (µM) at surface water in the Gulf of Thailand.

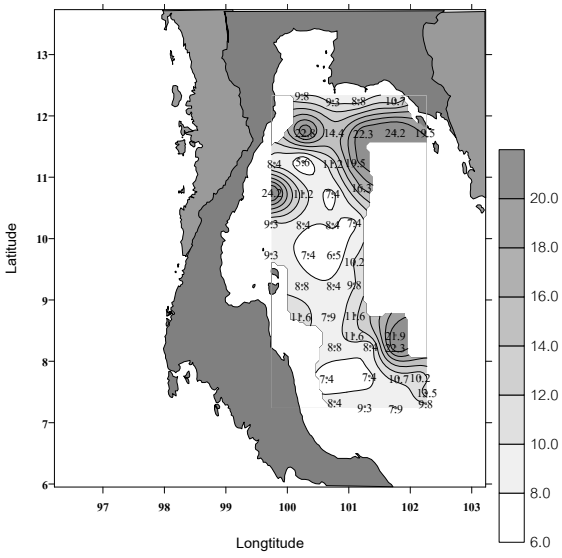


Figure 7 Distribution of silicate-silicon (µM) at bottom water in the Gulf of Thailand.

ความเข้มข้นออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นออร์โธฟอตเฟต-ฟอสฟอรัสที่ระดับผิวน้ำ (Figure 8) มีค่าอยู่ในช่วง 0.1-0.3 µM โดยทางตอนบนของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.2±0.1 µM ทางตอนกลางของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.1±0.0 µM และทางตอนล่างของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.2±0.1 ส่วนความเข้มข้นออร์โธฟอตเฟต-ฟอสฟอรัสที่ระดับพื้นท้องน้ำ (Figure 9) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.1-0.7 µM โดยทางตอนบนของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.3±0.1 µM ทางตอนกลางของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.1±0.0 µM และทางตอนล่างของอ่าวไทยมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.3±0.2 µM จะเห็นว่าความเข้มข้นออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้นมากกว่า 0.5 µM จะอยู่ที่บริเวณทางตอนบนของอ่าวไทย โดยห่างจากชายฝั่งจังหวัดตราด และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และบริเวณทางตอนล่างของอ่าวไทย โดยห่างจากชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนและซิลิเกต-ซิลิคอน

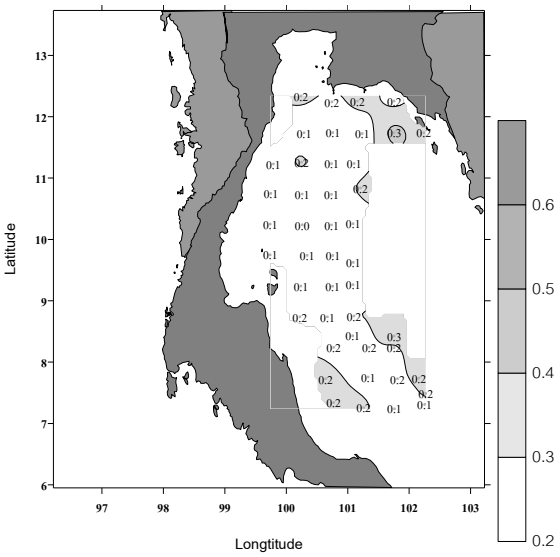


Figure 8 Distribution of phosphate-phosphorus (μM) at surface water in the Gulf of Thailand.

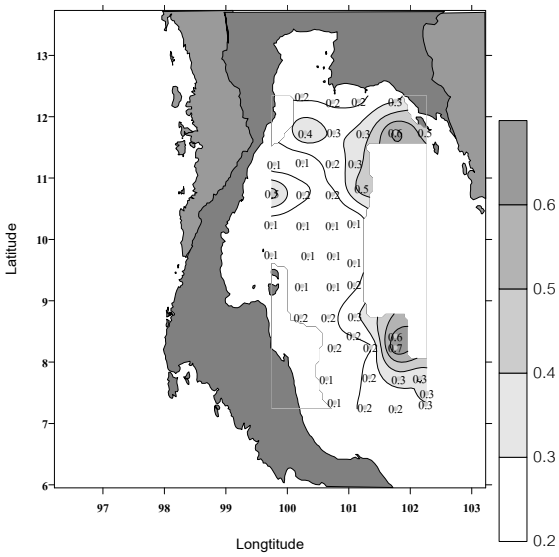


Figure 9 Distribution of phosphate-phosphorus (μM) at bottom water in the Gulf of Thailand.

สรุป

การแพร่กระจายของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ซิลิเกต-ซิลิคอน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในอ่าวไทย พบว่ามีความเข้มข้นสูงในพื้นที่อ่าวไทยตอนบนและตอนล่างในบริเวณที่อยู่ห่างจากชายฝั่งออกไป โดยเฉพาะที่ระดับพื้นท้องน้ำจะมีความเข้มข้นสูงกว่าที่ระดับผิวหน้าน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นธาตุอาหารที่ระดับพื้นท้องน้ำเป็นอิทธิพลหลักในการแพร่กระจายธาตุอาหารในอ่าวไทยไปสู่ระดับผิวหน้าน้ำ ทำให้อ่าวไทยเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารที่สามารถเพิ่มผลผลิตขั้นต้นในอ่าวไทยได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ให้โอกาสลงเรือสำรวจ M.V.SEAFDEC ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ และที่สำคัญขอขอบพระคุณสมาชิกในห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการวิจัยงบประมาณในการวิจัยส่วนหนึ่งได้รับการสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และเชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2552. การพัฒนาเกณฑ์คุณภาพน้ำและดินตะกอนพื้นท้องน้ำเพื่อประเมินสถานการณ์ยูโทรฟิเคชันและมลภาวะทางน้ำ: กรณีศึกษาระบบนิเวศแม่น้ำและปากแม่น้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำเวฬุ. **วารสารวิชาการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย**. 24(1): 129-138.

เชษฐพงษ์ และคณะ. 2556. **รายงานฉบับสมบูรณ์การประเมินคุณค่าทางด้านการประมงและสิ่งแวดล้อมทางน้ำของพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีนเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรทางน้ำภายใต้หลักสมดุลธรรมชาติ**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2545. **สรีรวิทยาของแพลงก์ตอนพืชทะเล**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เพ็ญใจ สมพงษ์ ชัยกุล และปัทมา สิงหรักษ์. 2556. ฟลักซ์ กระบวนการขนส่ง และวัฏจักรของสารอาหารพืชบริเวณแนวปะการังหมู่เกาะแสมสาร. **รายงานวิจัยทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2556 โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารีฯ**. กรุงเทพฯ.

ยนต์ มุสิก. 2539. **คุณภาพน้ำกับกำลังการผลิตของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ**. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิราพร และอนุกูล. 2557. **การไหลเวียนกระแสน้ำในทะเลจีนใต้จากการศึกษาโดยใช้แบบจำลองไฮโดรไดนามิค 3 มิติ**. นิทรรศการเทิดพระเกียรติ สมเด็จพระนางสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ และประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4 วันที่ 10-12 มิถุนายน 2557.

สมถวิล จริตควร. 2540. **ชีววิทยาทางทะเล**. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อนุกูล และคณะ. 2557. **สภาวะการแบ่งชั้นน้ำและการผสมผสานของมวลน้ำในอ่าวไทยในช่วงเดือนมีนาคมและเมษายน พ.ศ. 2556**. นิทรรศการเทิดพระเกียรติ สมเด็จนางสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ และประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4 วันที่ 10-12 มิถุนายน 2557.

Eyre, B and C. Twigg. 1997. Nutrient behavior during post-flood recovery of the Richmond River Estuary northern NSW. **Coastal and Shelf Science**. 44: 311-326.

Gong, G. and Ching et al. 1992. The Chemical Hydrography of the South China Sea West of Luzon and a Conparision with the West Philippine Sea. **Acta Oceanographica Taiwanica**. 3(4): 587-602.

.

ผลของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพในนักเกตปลาทอด

Effect of Methylcellulose and Carboxymethylcellulose on Physico-Chemical Properties In Deep Fried Fish Nuggets

กนกรัตน์ ศิริเจริญ[1] จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร[1] และจีรวรรณมณีโรจน์[1*]

Kanokrat Siricharoen[1*],Jiraporn Runglerdkriangkrai[1]and Jirawan Maneerote[1]

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันอาหารชุบทอดเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั่วโลก ซึ่งปัญหาหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหารชุบทอดคือการดูดซับน้ำมันจำนวนมากในระหว่างการทอด จึงมีการนำเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสมาใช้ในผลิตภัณฑ์ชุบแป้งและเกล็ดขนมปังเพื่อช่วยลดการดูดซับน้ำมัน ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ร้อยละ 1.0 1.5 และ 2.0 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ในแป้งคลุก เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ทอดที่อุณหภูมิ 140 160 และ 180 องศาเซลเซียส และเวลาในการทอด 0 1 2 3 4 และ 5 นาที ศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพในนักเกตปลาทอดที่เตรียมจากซูริมิ พบว่าค่าความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ค่าไขมันมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิและความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ส่งผลให้เนื้อสัมผัสมีลักษณะแข็งและมีค่าความเป็นสีเหลืองมากกว่าตัวอย่างชุดควบคุม นักเกตปลาที่คลุกด้วยแป้งคลุกที่เติมเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสลงไปร้อยละ 2 ทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที มีไขมันน้อยกว่าตัวอย่างชุดควบคุมถึงร้อยละ 34.95 และ 30.87 ตามลำดับ เมื่อทอดที่อุณหภูมิและเวลาในการทอดเดียวกัน

ABSTRACT

Battered food is a prominent in the diet of consumers all over the world. However, one problem associated with battered food consumption is the considerable amount of oil uptake during frying. Methylcellulose (MC) and carboxymethylcellulose (CMC) are used in battered and breaded products to reduce oil uptake. The objective of this study was to quantify the effect of MC and CMC at 1.0, 1.5 and 2.0 % (w/w) in pre-dust compared with control sample (without MC and CMC) fried at 140, 160 and 180 ºC for 0, 1, 2, 3, 4 and 5 minutes. The physico-chemical properties were determined in deep fried fish nuggets prepared from surimi. It was found that the moisture contents was increased but the oil contents was decreased when increased temperature and concentrations of MC and CMC. Fish nuggets had harder texture and more yellowness than those in the control sample. Fish nuggets coated with 2.0% (w/w) of MC and CMC in pre-dust fried at 180 ºC for 5 minutes had lower oil contents up to 34.95 and 30.87%, respectively compared with control sample at the same frying temperature and time.

Key Words: methylcellulose, carboxymethylcellulose, fish nuggets, oil contents, moisture contents

*Corresponding author; e-mail address: **ffisjwm@ku.ac.th**

[1] ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.งามวงศ์วาน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900.

Department of Fishery Product, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, 50 Ngamwongwan Rd, Chatuchak, Bangkok 10900.

คำนำ

นักเกตปลา เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทชุบแป้งและขนมปังป่น ที่ผลิตจากการนำเนื้อปลาบดมาคลุกกับส่วนผสมต่าง ๆ แล้วนำมาขึ้นรูปและตัดเป็นชิ้น จากนั้นนำไปชุบน้ำแป้งชุบทอดที่มีส่วนผสมหลัก คือ แป้ง และส่วนผสมอื่น ๆ จากนั้นจึงนำไปคลุกกับขนมปังป่น ก่อนรับประทานนำมาทอดในน้ำมันจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองกรอบน่ารับประทาน นับได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าชนิดหนึ่ง ที่มีกลิ่นรสเป็นที่ดึงดูดใจแก่ผู้บริโภค (สุทธวัฒน์, 2537) แต่ผลิตภัณฑ์ที่ทอดจะมีการอมน้ำมันเป็นปริมาณมาก และในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความใส่ใจในเรื่องสุขภาพมาก มีรายงานการศึกษาการใช้เมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในการลดการดูดซับน้ำมันในผลิตภัณฑ์ชุบแป้งทอดหลาย ๆ ชนิด เช่น นักเกตปลา (Albert *et al*, 2009) ปลาหมึกหั่นวง (Salvodor *et al*., 2005 ; Sanz *et al*, 2004) หมูก้อน (Salvador *et al*, 2008) โดยนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในแป้งคลุก (predusting) ซึ่งเป็นขั้นตอนก่อนที่จะนำไปชุบน้ำแป้ง เมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสมีความสามารถช่วยลดการดูดซับน้ำมันได้ดี โดยจะทำหน้าที่เป็นสารให้ความหนืด และทำให้เกิดเจล โดยเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจะเป็นเจลเมื่อได้รับความร้อน และจะกลับเป็นของเหลวที่มีความข้นหนืดเมื่อเย็นลง (นิธิยา, 2553) เมื่อนำไปผ่านความร้อนจะมีส่วนช่วยป้องกันไม่ให้น้ำออกจากชิ้นเนื้ออาหาร ทำให้อาหารยังคงมีความนุ่ม และฉ่ำน้ำ และยังช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการอมน้ำมันในผลิตภัณฑ์อาหารทอดอีกด้วย

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส อุณหภูมิ และเวลาในการทอดที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของนักเกตปลาทอด

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบและการเตรียมตัวอย่าง

ซูริมิที่ผลิตจากเนื้อปลาปลาทรายแดงเกรด AA จากบริษัท แปซิฟิคมารีนฟู้ด โปรดักส์ จำกัด จังหวัดสมุทรสาคร บรรจุกล่องโฟม ขนส่งทางรถยนต์โดยใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง มาที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 °C ทำการละลายซูริมิโดยวางไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาผลิตนักเกตปลา

กรรมวิธีการผลิตนักเกตปลา อ้างอิงจาก อังคณา (2546) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชั่งส่วนผสมต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย ซูริมิ เกลือ น้ำแข็ง น้ำตาล พริกไทย ผงกระเทียม น้ำมันถั่วเหลือง แครอท หอมหัวใหญ่ และขนมปังป่น นำส่วนผสมทั้งหมดมาปั่นเข้าด้วยกันที่ความเร็วต่ำเป็นเวลา 3 นาที

2. นำเนื้อปลาบดที่ได้มาอัดลงบล็อกแสตนเลสที่มีความหนา 1 เซนติเมตร นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาตัดให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 3.5 ×2.5 ตารางเซนติเมตร

3. นำชิ้นเนื้อปลาบดมาคลุกด้วยแป้งคลุกให้ทั่ว และนำไปชุบน้ำแป้งชุบทอด โดยชุบเป็นเวลา 10 วินาที ให้สม่ำเสมอกัน นำไปคลุกขนมปังป่น แล้วนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. นำไปผ่านขั้นตอนการทอดขั้นต้น (pre-frying) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที ทิ้งให้เย็น ทำการบรรจุผลิตภัณฑ์นักเกตปลาในถุงโพลีเอทิลีน และนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลส คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส อุณหภูมิและเวลาในการทอดที่เหมาะสม

ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลส (methylcellulose ; MC) และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose ; CMC) ที่ทดแทนในส่วนของแป้งคลุก 100 กรัม โดยแป้งคลุกประกอบด้วย แป้งสาลี 55 กรัม แป้งข้าวเจ้า 30 กรัม และแป้งมันสำปะหลังดัดแปร 15 กรัม วางแผนการทดลองแบบ factorial in Completely Randomized Design (CRD) โดยปัจจัยในการศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ ความเข้มข้นเมทิลเซลลูโลส และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 3 ระดับ คือ ร้อยละ 1.0 1.5 และ 2.0 อุณหภูมิในการทอด 3 ระดับ คือ 140 160 และ 180 องศาเซลเซียส เวลาในการทอด 6 ระดับ คือ 0 1 2 3 4 และ 5 นาที รวมทั้งหมด 54 สิ่งทดลอง เปรียบเทียบกับชุดควบคุม คือ นักเกตที่ไม่ได้คลุกแป้งที่เติมเมทิลเซลลูโลส หรือ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เตรียมตัวอย่างตามกรรมวิธีการผลิตนักเกตปลา เมื่อทำการทดลอง นำตัวอย่างนักเกตปลาที่เก็บไว้มาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมาทอดในหม้อทอด (Phillips รุ่น HD 4254/E) เทน้ำมันใส่ในหม้อทอดจำนวน 2 ลิตร ตั้งค่าอุณหภูมิและทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้น้ำมันร้อนสม่ำเสมอ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิในน้ำมัน กำหนดให้สัดส่วนของตัวอย่างทอดต่อน้ำมันเท่ากับ 1:20 (น้ำหนักต่อปริมาตร) เพื่อให้เป็นการทอดแบบน้ำมันท่วม นักเกตปลาที่ทอดเสร็จแล้วนำมาซับด้วยกระดาษซับน้ำมัน จากนั้นทิ้งให้เย็น จึงนำมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

1.วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่

1.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ โดยสุ่มตัวอย่างนักเกตปลาทอดทั้งส่วนเนื้อและเปลือกรวมกัน นำมาบดให้ละเอียด วิเคราะห์ตามวิธีเลขที่ 945.43 (A.O.A.C., 1995)

1.2 วิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยใช้การสกัดด้วยวิธี Soxhlet ตามวิธีเลขที่ 922.06 (A.O.A.C., 1995) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

2. วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

2.1 วิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่อง Minolta Chromameter (CM-3500d) วัดค่าสีในระบบ CIE L*a*b* แสดงค่าเป็น ค่าความสว่าง (L* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ, 100 หมายถึง สีขาว) ค่าสีแดง (a* มีค่าเท่ากับ + หมายถึง สีแดง, - หมายถึง สีเขียว) และค่าสีเหลือง (b* มีค่าเท่ากับ + หมายถึง สีเหลือง, - หมายถึงสีน้ำเงิน) นำตัวอย่างมาตัดให้ได้ขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร สำหรับวัดสี ทำการวัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (อังคณา, 2546)

2.2 วิเคราะห์ค่าแรงตัดขาดของนักเกตปลาหลังทอดโดยใช้เครื่อง TA-HD Texture Analyzer ใช้หัววัดใบมีด Knife/Guillotine Blade ความเร็วหัววัดก่อนสัมผัสตัวอย่าง (pre test speed) 2.0 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วหัวกด (test speed) 2.0 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วหัววัดหลังสัมผัส (post test speed) 10 มิลลิเมตร/วินาที ทำการวัดค่าตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (อังคณา, 2546)

3. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของนักเกตปลาทอดและการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส รสชาติ ความกรอบของแป้ง การอมน้ำมัน เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยแบบทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) โดย 1 คะแนนคือไม่ชอบมากที่สุดและ 9 คะแนนคือชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่ม CRD

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี ANOVA (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่าง
ทางสถิติโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อปริมาณความชื้นของนักเกตปลาทอด

ผลของการเติมเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ที่ระดับร้อยละ 0, 1.0, 1.5 และ 2.0 ต่อแป้งคลุก พบว่าปริมาณความชื้นในนักเกตปลาทอดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่อุณหภูมิในการทอดคงที่ (Figure 1) และเมื่ออุณหภูมิในการทอดเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นในนักเกตปลาทอดจะเพิ่มขึ้นที่เวลาและความเข้มข้นเดียวกัน (Figure 2) อาจมาจากอุณหภูมิในการทอดที่สูงขึ้น น้ำบริเวณเปลือกระเหยออกไปเร็ว เพราะได้รับความร้อน ทำให้แป้งที่ห่อหุ้มนักเกตเกิดเป็นเปลือกที่แห้งและแข็ง จึงป้องกันไม่ให้น้ำในชิ้นเนื้อซึมผ่านไปได้ (Saguy & Pinthus, 1995) อย่างไรก็ตาม ผลของอุณหภูมิทอดที่ต่างกันยังคงไม่เห็นผลที่แตกต่างกันมากนักในการใช้เมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในแป้งคลุก

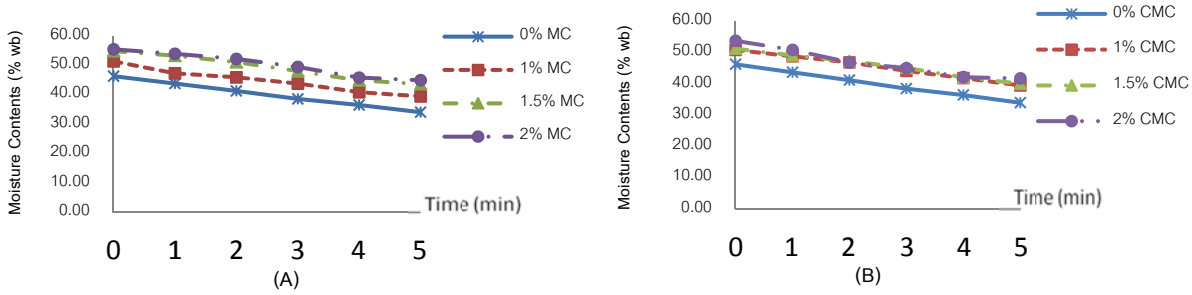


Figure 1 The moisture contents of deep fried fish nuggets at 0, 1.0, 1.5 and 2.0 % (w/w) methylcellulose, MC (A) and carboxymethylcellulose, CMC (B) fried at 160 °C

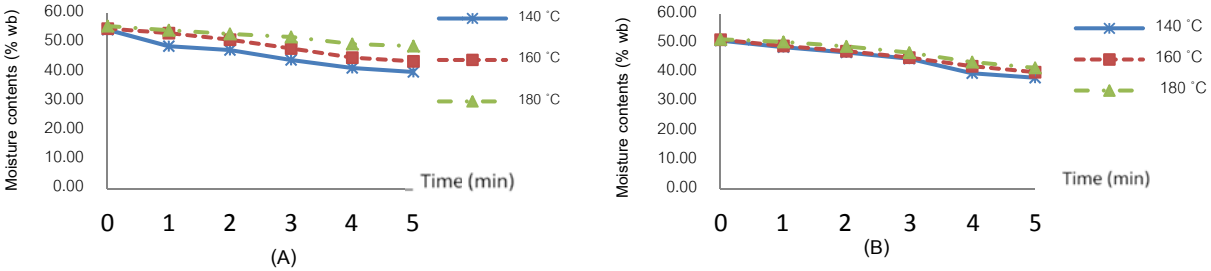


Figure 2 The moisture contents of deep fried fish nuggets at the concentration of 1.5% (w/w) in MC (A) and CMC (B) fried at various frying temperatures and times.

2. ผลของความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อค่าการดูดซับน้ำมันของนักเกตปลาทอด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันของนักเกตปลาทอดในตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่เติมเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าเมื่อมีการเติมเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสลงไปร้อยละ 1.0, 1.5 และ 2.0 ในแป้งคลุก ทำให้นักเกตปลาทอดมีปริมาณการดูดซับน้ำมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการเติมเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส อาจเนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ทำให้เกิดเจลที่มากขึ้นยึดติดกับเนื้อนักเกตปลาได้ดีขึ้น น้ำมันจากการทอดจึงซึมผ่านเข้ามาได้น้อยลง (Albert *et al*., 2009) และเมื่อเพิ่มเวลาในการทอดทำให้ปริมาณการดูดซับน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่ระดับความเข้มข้นและอุณหภูมิเดียวกัน เนื่องจากน้ำที่ผิวอาหารได้ระเหยออกไป ทำให้เกิดรูพรุนจำนวนมากน้ำมันจึงเข้าไปแทนที่ (Suderman, 1996) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาการลดการดูดซับน้ำมันของแผ่นแป้งและมันฝรั่ง (Garcia *et al*., 2004) และปลาหมึกชุบแป้งทอด (Sanz *et al*., 2004) โดยใช้เมทิลเซลลูโลส และที่ร้อยละ 2.0 ของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีปริมาณน้ำมันน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 1.0 และ 1.5 (Table 1) นอกจากนี้นักเกตปลาทอดที่ผสมเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 2 ในแป้งคลุก มีปริมาณน้ำมันที่ต่างจากตัวอย่างควบคุมร้อยละ 34.95 และ 30.87 ตามลำดับ เมื่อทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที (ไม่แสดงในตาราง)

Table 1 The oil contents of fried fish nuggets at the concentration of 0, 1.0, 1.5 and 2.0% (w/w) in MC and CMC fried at 180 ºC for various frying times.

Concentration (w/w) /		Oil contents (%db)					
	Time (min)	0	1	2	3	4	5
MC	control	17.48 ±0.07 ^{Ed}	17.64 ±0.43 ^{Ea}	19.77 ±0.54 ^{Da}	21.17 ±0.30 ^{Ca}	24.06 ±0.20 ^{Ba}	25.75 ±0.39 ^{Aa}
	1.0%	16.43 ±0.25 ^{Db}	16.36 ±0.48 ^{Db}	17.02 ±0.06 ^{Cb}	17.84 ±0.20 ^{BCb}	18.34 ±0.36 ^{Bb}	20.01 ±0.41 ^{Ab}
	1.5 %	14.54 ±0.38 ^{Dc}	15.76 ±0.14 ^{Cb}	16.50 ±0.17 ^{Bb}	17.04 ±0.42 ^{Bc}	17.61 ±0.52 ^{ABc}	18.55 ±0.36 ^{Ac}
	2.0 %	14.34 ±0.12 ^{Cc}	14.10 ±0.41 ^{Cc}	15.66 ±0.15 ^{Bc}	16.16 ±0.41 ^{ABd}	16.37 ±0.17 ^{Ad}	16.75 ±0.45 ^{Ad}
CMC	control	17.48 ±0.07 ^{Ea}	17.64 ±0.43 ^{Ea}	19.77 ± 0.54 ^{Da}	21.17 ±0.30 ^{Ca}	24.06 ±0.20 ^{Ba}	25.75 ±0.39 ^{Aa}
	1.0 %	16.04 ±0.23 ^{Eb}	16.90 ±0.53 ^{DB}	17.30 ±0.47 ^{Cb}	18.03 ±0.37 ^{BCb}	18.77 ±1.10 ^{Bb}	19.94 ±0.45 ^{Ab}
	1.5 %	14.82 ±0.44 ^{Ec}	16.05 ±0.10 ^{Dc}	16.66 ±0.38 ^{CDc}	17.06 ±0.47 ^{BCc}	17.77 ±0.36 ^{Bc}	18.83 ±0.82 ^{Ac}
	2.0 %	14.06 ±0.61 ^{Dc}	15.52 ±0.16 ^{Cc}	15.97 ±0.12 ^{Cc}	16.58 ±0.15 ^{BCd}	17.26 ±0.14 ^{ABd}	17.80 ±0.17 ^{Ad}

$^{A-E}$,Means in the same row without a common superscript letter differ ($P< 0.05$) according to the least significant difference multiple range test.

$^{a-d}$, Means in the same column without a common superscript letter differ ($P< 0.05$) according to the least significant difference multiple range test.

3. ผลของความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อค่าสีและค่าความแข็งของนักเกตปลาทอด

จากการศึกษาค่าสีและความแข็งของนักเกตปลาทอด พบว่าที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือ มีค่าความสว่าง(L*) ลดลง ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น เมื่อเวลาในการทอดเพิ่มขึ้น เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่อุณหภูมิในการทอดเดียวกัน (Figure 3) และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทอด ค่า L* จะลดลง ค่า a* เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิในการทอดสูง จะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซ์ โดยมีความร้อนสูงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ผิวด้านนอกของนักเกตปลาทอดมีสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว (Albert *et al*., 2009) (Figure 4)

ค่าความแข็งของนักเกตปลาทอดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซี-เมทิลเซลลูโลส และเวลาในการทอดเพิ่มขึ้น (Figure 3) อาจเนื่องมาจากเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น และเวลาในการทอดนานขึ้น เมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสกลายเป็นเจล (นิธิยา, 2553) เมื่อได้รับความร้อนห่อหุ้มชิ้นเนื้อปลาไว้ และเมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลายาวนานขึ้น (Figure 4) อาจทำให้น้ำในบริเวณเปลือกผิวด้านนอกของนักเกตระเหยออกไปมาก (Saguy & Pinthus, 1995) กลายเป็นเปลือกที่แห้งแข็ง เมื่อใช้ใบมีดตัดเพื่อวัดค่าความแข็ง จึงอาจส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิในการทอดเพิ่มขึ้น (Figure 4) ทำให้ผิวของนักเกตมีการสูญเสียความชื้นออกไปมากขึ้น ส่งผลให้นักเกตปลาจึงมีความแข็งมากขึ้น (อังคณา, 2546)

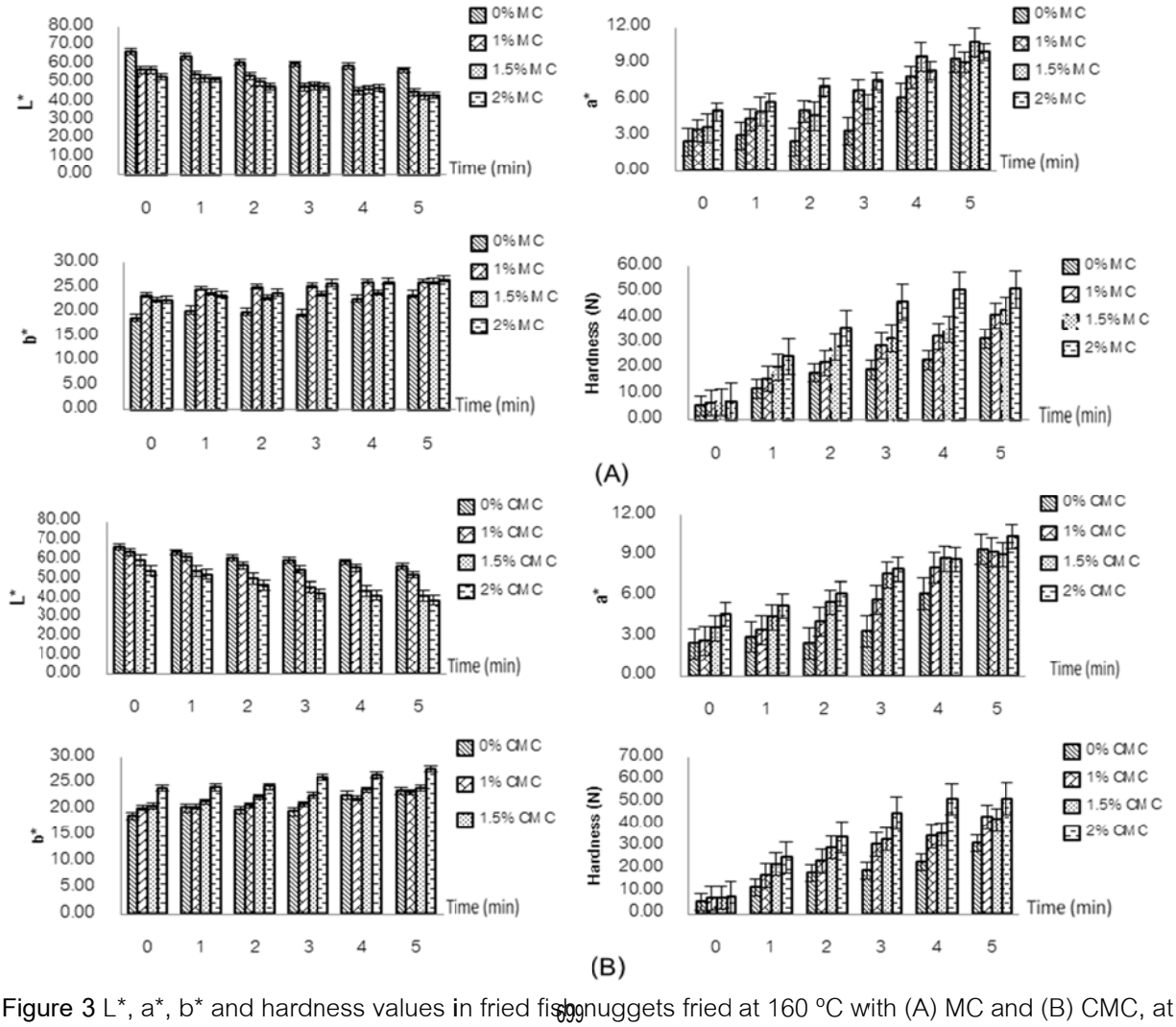


Figure 3 L*, a*, b* and hardness values in fried fish nuggets fried at 160 ºC with (A) MC and (B) CMC, at various concentrations.

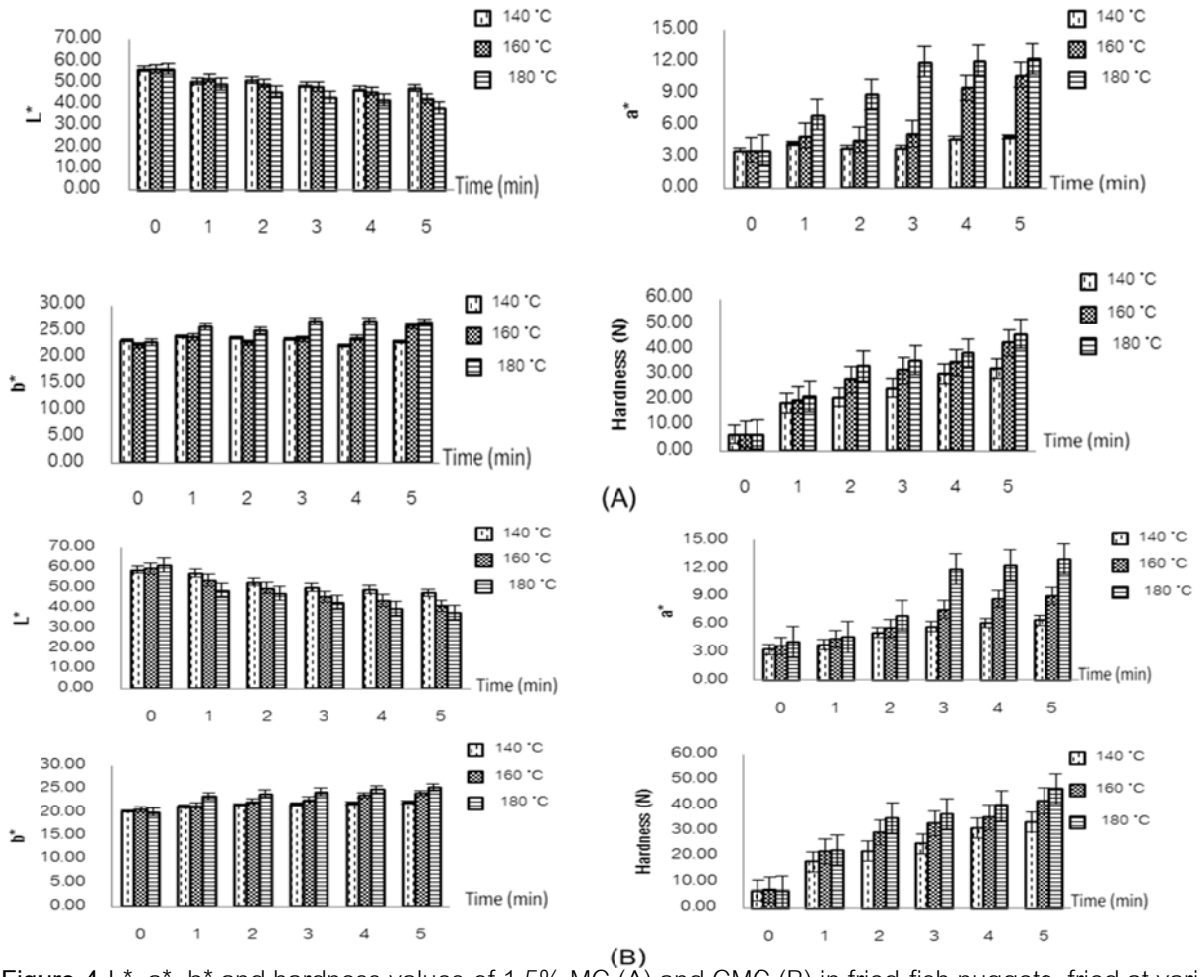


Figure 4 L*, a*, b* and hardness values of 1.5% MC (A) and CMC (B) in fried fish nuggets, fried at various temperatures and times.

4. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของนักเกตปลาที่ความเข้มข้นร้อยละ 0, 1.0, 1.5 และ 2.0 ของเมทิลเซลลูโลส ทอดที่เวลา 0 - 5 นาที อุณหภูมิในการทอด คือ 140 160 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่านักเกตปลาที่ทอดในเวลา 0 - 2 นาที ทั้ง 3 อุณหภูมิ นักเกตปลายังไม่สุกจึงไม่นำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ส่วนที่เวลา 3 – 5 นาที ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส นักเกตปลายังไม่สุกดี ส่วนที่ 180 องศาเซลเซียส นักเกตปลามีสีน้ำตาลเข้มขึ้น แป้งที่ชุบพองตัวและแตกออกจึงไม่เป็นที่ยอมรับ ส่วนการทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ที่เวลา ทอด 3 – 5 นาที พบว่าที่เวลา 3 และ 5 นาที มีคะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความกรอบของแป้ง การอมน้ำมัน เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมน้อยกว่าที่เวลา 4 นาที ดังนั้น เวลาที่เหมาะสมในการทอดนักเกตปลาที่คลุกแป้งผสมเมทิลเซลลูโลส คือ 4 นาที ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส (Figure 5) จากการศึกษาดังกล่าว จึงเลือกการทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที มาทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักเกตปลาที่คลุกแป้งผสมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ผลปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความกรอบของแป้ง การอมน้ำมัน เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม มีค่าใกล้เคียงตัวอย่างควบคุม

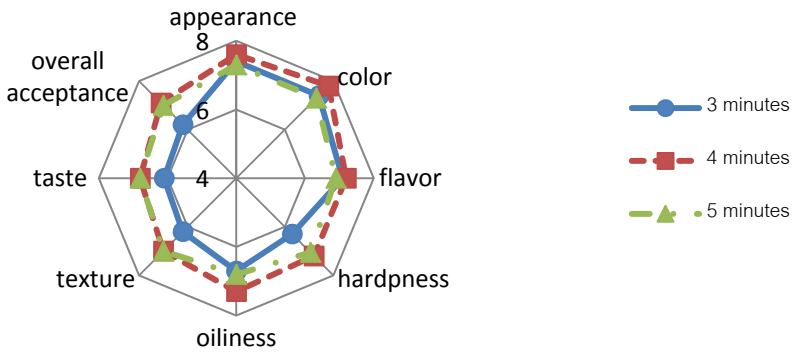


Figure 5 The average sensory evaluation scores of fried fish nuggets with 1.5 % MC (w/w) fried at 160°C

สรุป

นักเกตปลาที่คลุกด้วยแป้งคลุกที่เติมเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส สามารถคงความชื้นและลดปริมาณน้ำมันลงได้ โดยการเติมเมทิลเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ร้อยละ 2 ทำให้นักเกตทอดมีค่าความชื้นมากที่สุดและมีปริมาณน้ำมันน้อยที่สุด ส่วนอุณหภูมิและเวลาในการทอดนั้นมีผลต่อนักเกตปลาทอด คือ เมื่อใช้เวลาในการทอดนานและอุณหภูมิสูง ความชื้นจะลดลงปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น นักเกตมีค่าความสว่างลดลง แต่มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น และมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น ในด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสนั้น การทอดนักเกตที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที มีคะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความกรอบของแป้ง การอมน้ำมัน เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ในระดับปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนในการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

เอกสารอ้างอิง

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2532. **การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2537. อาหารทะเลชุบแป้งและขนมปัง. วารสารอุตสาหกรรมเกษตร. 5(2): 45-52.

อังคณา ผ่องภักดี .2546. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเกตแช่เยือกแข็งจากปลาโอลาย** (*Euthynnus affinis*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Albert, A., I. Perez-Munuera, A. Quiles, A. Salvador, S.M. Fiszman and I. Hernando. 2009. Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as predusts using three cooking procedures. **Food Hydrocolloids**. 23: 1443-1448.

A.O.A.C. 1995. **Official Methods of Analysis**. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Garcia, M. A., C. Ferrero, A. Campana, N. Bertola, M. Martino and N. Zaritzky. 2004. Methylcellulose

coatings applied to reduce oil uptake in fried products. **Food Science and Technology International**. 10(5): 339–346.

Saguy, I.S., and E.J. Pinthus. 1995. Oil uptake during deep-fat frying: Factors and mechanism. **Food Technology**. 49(4): 142–145, 152.

Salvador, A., T. Sanz and S.M. Fiszman. 2005. Effect of the addition of different ingredients on the characteristics of a batter coating for fried seafood prepared without a pre-frying step. **Food Hydrocolloids**. 19: 703–708.

Salvador, A., T. Sanz and S.M. Fiszman. 2008. Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products. **Food Hydrocolloids**. 22: 1062–1067.

Sanz, T., A. Salvador and S.M. Fiszman. 2004. Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters application to battered, fried seafood. **Food Hydrocolloids**. 18: 127–131.

Suderman, D.R. 1996. Effective use of flavorings and seasonings in batter and breading systems, pp. 73-91. *In* K.Kuip and R. Loewe, eds. **Batters and Breadings in Food Processing**. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota.

สาขาประมง

Subject: Fisheries

ภาคโปสเตอร์

Poster Presentation

Mating Behaviour and Duration of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) Under Controlled Hatchery Conditions

Wasana Arkronrat[1*] and Vutthichai Oniam[1]

ABSTRACT

In this study, the mating behaviour of blue swimming crab, *Portunus pelagicus*, in broodstock rearing tanks was observed (five couples, n = 5). The average carapace width and body weight of male and female crabs were 10.83±1.05 and 10.86±0.94 cm and 88.12±20.86 and 89.50±23.12 g, respectively. The results showed that under the hatchery conditions (salinity 32-33 ppt, water temperature 28.3-29.2 °C, DO 4.34-5.13 mg/L, pH 8.09-8.22, total ammonia 0.010-0.084 mg-N/L, nitrite 0.000-0.024 mg-N/L, and alkalinity 121-132 mg/L as $CaCO_3$), mating process of this crab lasted 106.32±8.81 hours, it can be divided into four phases: pre-copulation, molting, copulation, and post-copulation. The whole pre-copulation lasted for 87.52±7.57 hours. The molting lasted for 4.52±0.45 hours. The copulation lasted for 3.98±0.40 hours. The post-copulation lasted for 9.98±0.81 hours. These knowledge can be applied in crab broodstock production sectors, especially in hatchery breeding operations.

Key words: blue swimming crab, *Portunus pelagicus*, mating behaviour

*Corresponding Author; e-mail address: **ffiswna@ku.ac.th**

[1] Klongwan Fisheries Research Station, Academic Support Division, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Prachuap Khiri Khan 77000, Thailand.

INTRODUCTION

The blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) a commercially important species, is distributed throughout the coastal waters of tropical regions of the western Indian Ocean and the Eastern Pacific. Due to overfishing and marine pollution, the natural resource and fisheries production of blue swimming crab in a marine environment has shown a downward trend since 1999 (FAO, 2013; Department of Fisheries, 2015). The culturing of blue swimming crab is believed to be one way of increasing the productivity without placing undue pressure on the wild stock and on the stability of farmers' jobs.

Currently, many countries are actively involved in this crab culture and associated research, e.g. the Philippines, Indonesia, India, Australia, Malaysia and Thailand (Josileen and Menon, 2005; Oniam and Arkronrat, 2013). However, studies on blue swimming crab broodstock production in hatchery conditions are very limited. To produce and utilize domesticated broodstock is an important first step for the seed production and development of crab farming. The production of berried females in broodstock rearing tank is essential to ensure selective breeding and for mating of blue swimming crabs to be successful in hatchery conditions. This study describes the mating behaviour and duration of blue swimming crab, *P. pelagicus* under controlled hatchery conditions. The knowledge gained from the study will be useful for crab brodstock production and the development of crab farming, which are important factors regarding farmers' job stability in the future.

MATERIALS AND METHODS

Source of experimental crabs

This study was conducted in the hatchery of the Klongwan Fisheries Research Station, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand during June to July 2015. The blue swimming crabs were caught using a small-scale crab trap by small-scale fishermen in the coastal area of Prachuap Bay, Prachuap Khiri Khan province, Thailand (11º50´ N, 99º49´ E). Crabs were transferred to 1.5×2.5×1.2 m^2 concrete ponds, at a density of 5 crabs/m^2. Crabs were fed with shrimp feed No. 4S (STARTEQC™, pellet size of 3.5 mm, 38% protein) at 5% of body weight per day, for 14 days. Then, similar-sized male and female crabs were randomly sampled to be reared in 2,000 L fiber tanks for broodstock, at two couples per tank (4 tanks). The sexual dimorphism of this crab species are distinguished by the shape of the abdomen, i.e., the male's abdomen is T-shaped (Figure 1a) and the female's abdomen is semi-circular (Figure 1b). In addition, male crabs were selected only the inter-molt stage (Figure 2a) and female crabs selected only the pre-molt stage or redliner formed on the fifth pereiopod (Figure 2b). The redliner is the final stage before molting and crabs in this stage usually molt within three days (Marshall *et al.*, 2005).



Figure 1. Abdomen characteristics of male (a) and female (b) blue swimming crab, *P. pelagicus*.

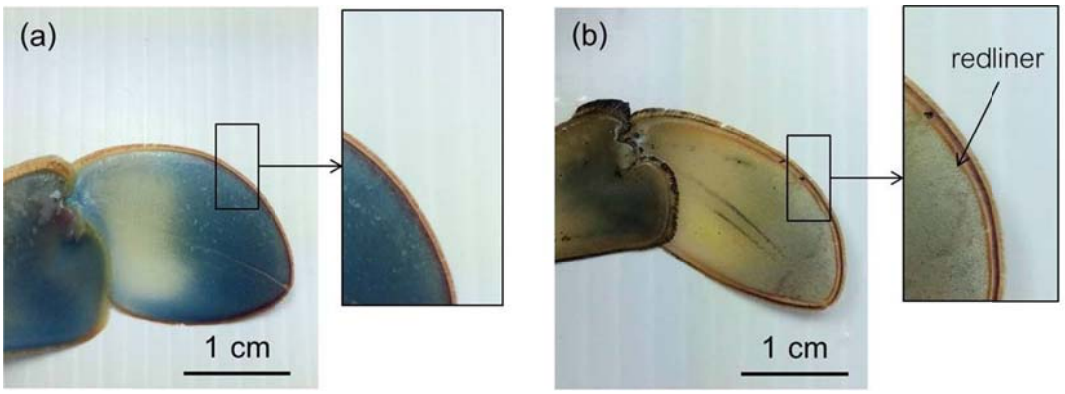


Figure 2. Characteristics of inter-molt stage in male (a) and pre-molt stage or redliner formed on the fifth pereiopod in female (b) blue swimming crab, *P. pelagicus* (Photo adapted from Dr. Sukkrit Nimitkul, Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University).

Broodstock management

For each male and female crabs, the following data were recorded: carapace width (in centimeters) and body weight (in grams). The carapace width was measured between the tips of the epibranchial spines using vernier calipers. The body weight was measured by digital weighing.

In the broodstock tanks, all crabs were fed with mixed feeds (50% trash fish, fresh *Selaroides* sp. and 50% shrimp feed No.4) at about 5% of body weight per day (once a day at 4.00 PM), for 30 days. Throughout the study, a static water depth of about 80 cm was maintained and 30% of the water was exchanged each morning in each tank. Feces and uneaten feed were removed daily by siphoning. Before water exchange, the water quality was analyzed. Salinity was measured using a refractometer (Primatech; Jakarta, Indonesia), pH using a portable pH meter (pH 11; Cyber Scan; Nijkerk, the Netherlands), temperature and dissolved oxygen concentration (DO) using an oxygen meter (550A; YSI Inc,; Yellow Springs, OH, USA), and total ammonia, nitrite and alkalinity using the

indophenol blue method, the colorimetric method, and the titration method, respectively (APHA *et al*. 2012).

Observation of mating behaviour and data collection

After crabs rearing in broodstock tanks, mating behaviour and duration were checked and recorded every 30 minutes. Simple descriptive biological aspect analysis was used to draw basic conclusions about the characteristics of mating.

RESULTS AND DISCUSSION

The mating behaviour of the brachyuran crabs can be divided into four phases, i.e. (1) pre-copulation, (2) molting, (3) copulation, and (4) post-copulation (Shelley and Lovatelli, 2011; Soundarapandian *et al*., 2013; Waiho *et al*., 2015). In this study, the average carapace width and body weight of male and female blue swimming crab, *P. pelagicus* were 10.83±1.05 and 10.86±0.94 cm and 88.12±20.86 and 89.50±23.12 g, respectively, and mating behavior of this crab was observed in five couples (n = 5). Under hatchery conditions (salinity 32-33 ppt, water temperature 28.3-29.2 °C, DO 4.34-5.13 mg/L, pH 8.09-8.22, total ammonia 0.010-0.084 mg-N/L, nitrite 0.000-0.024 mg-N/L, and alkalinity 121-132 mg/L as $CaCO_3$), this behaviour showed that total mating sequence of blue swimming crab (from pre-copulation to the end of post-copulation) lasted about 106.32±8.81 hours, as follows:

(1) pre-copulation

Male crabs were attracted to female crab as early about 10-24 hours after they were placed together in the broodstock tanks. The male crab moved towards her and catch the female with his chelae and embraces while using his walking legs hold her beneath him to form a position called cradle-carrying position. During this position, the male crab is active and aggressive but the female crab is decrease in the activity. This position is known as the pre-copulatory guarding (Waiho *et al*., 2015). The whole pre-copulation of blue swimming crab lasted about 87.52±7.57 hours. The positioning of female right underneath the male's body during pre-copulatory guarding is common in other brachyurans, such as the swimming crab, *Arenaeus cribarius* (Pinheiro and Fransozo, 1999), the intertidal crab, *Hemigrapsus sexdentatus* (Brockerhoff and Mc Lay, 2005), the pill-box crab, *Halicarcinus cookii* (Van Den Brink and McLay, 2010), the flower crab, *Charydis feriata* (Soundarapandian *et al*., 2013), and the orange mud crab, *Scylla olivacea* (Waiho *et al*., 2015).

(2) molting

The female crabs do not feed about 1-2 days prior to molting. At the time of female crab's molting, the male crab moves around the female crab and also protect her from others still female crab attain normal hardness of the exoskeleton. The molting process of female blue swimming crab

lasted about 4.52±0.45 hours. Similar results for other brachyuran crabs have been reported, the molting process lasted about 4-5 hours (Pinheiro and Fransozo, 1999; Brockerhoff and Mc Lay, 2005; Van Den Brink and McLay, 2010; Soundarapandian *et al*., 2013; Waiho *et al*., 2015). In many brachyuran crabs, the molting cycle is an important activity during copulation hence the mating males are invariably hard, so that male gonopods must be able to successfully penetrate the female gonopores. Therefore, all males must have a hard exoskeleton in order to mate successfully. Female crab about to molt is release a pheromone which attracts the male, and this male then protects the female (Waterman, 1961).

(3) copulation

After female crab molting, the male crab flipped body of the female crab over using his chelipeds and walking legs (pereiopods) while her exoskeleton was still soft (Figure 3a). Then, the male crab on top and holding the female below him using his 2nd to 4th walking legs (Figure 3b). In this time, female opened up her abdomen, exposing her gonopores to allow the insertion of the male's gonopods and the transfer of sperm (Figure 3c). The copulation process of blue swimming crab lasted about 3.98±0.40 hours. This is consistent with most brachyurans (McLay and López Greco, 2011), although some crabs such as *Charydis feriata* (Soundarapandian *et al*., 2013) and *Scylla olivacea* (Waiho *et al*., 2015) had a long time of copulation, i.e. lasted about 6-7 hours.

(4) post-copulation

Male crab quarding female crab after copulation (Figure 3d). The guarding males were aggressive during this period. This is also known as post-copulatory guarding (Waiho *et al*., 2015). The whole post-copulation lasted about 9.98±0.81 hours. Then, the exoskeleton of the female had hardened and the male finally abandoned female. Similar results for other brachyuran crabs have been reported (Van Den Brink and McLay, 2010; Soundarapandian *et al*., 2013; Waiho *et al*., 2015).

In current study, the mating process of blue swimming crab, *P. pelagicus* was consistent with other brachyuran crabs (Pinheiro and Fransozo, 1999; Brockerhoff and Mc Lay, 2005; Van Den Brink and McLay, 2010; Soundarapandian *et al*., 2013; Waiho *et al*., 2015). However, the molting stages, size, sex ratio and stocking density were important elements affecting the mating success of the crabs (Van Den Brink and McLay, 2010; Chua *et al*., 2014; Waiho *et al*., 2015). Therefore, more extensive research has to be done to determine the effects of molting stages, size, sex ratio and stocking density on the *P. pelagicus* broodstock production.

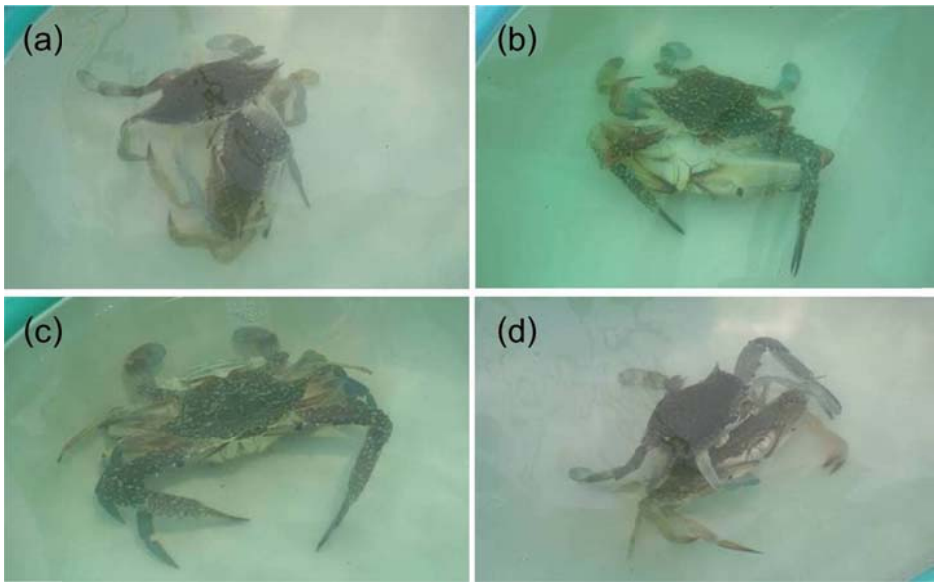


Figure 3. Mating behaviour of blue swimming crab, *Portunus pelagicus*: (a) male crab flipping newly molted female to copulation, (b) copulation between male and female crab, (c) insertion of male's gonopods into female's gonopores and (d) post-copulatory guarding.

CONCLUSION

The blue swimming crab, *P. pelagicus* broodstock production in controlled hatchery conditions is essential for that knowledge on mating behavior. From this study it is suggested that mating process of this crab lasted 106.32±8.81 hours was divided into four phases: pre-copulation, molting, copulation, and post-copulation. Pre-copulation lasted for 87.52±7.57 hours before the pairs disengaged for female crab to molt. Molting process was 4.52±0.45 hours. Copulation lasted for3.98±0.40 hours, and occurred while female crab's exoskeleton was still soft. Post-copulation lasted for 9.98±0.81 hours. These knowledge can be applied in crab broodstock production sectors, especially in hatchery breeding operations, i.e. crab broodstock management. Moreover, there is a possibility to improve broodstock quality by selective breeding programs (Gao *et al.*, 2008). This is an interesting point for future study.

REFERENCES

APHA., AWWA. and WEF. 2012. **Standard methods for examination of water and wastewater. 22nd edition.** American Public Health Association. Washington, DC, USA.

Brockerhoff, A.M. and C.L. McLay. 2005. Mating behaviour, female receptivity and male-male competition in the intertidal crab *Hemigrepsus sexdentatus* (Brachyura: Grapsidae). **Marine Ecology Progress Series.** 290: 179-191.

Chua, K.W.J., D.J.J. Ng and D.C.J. Yeo. 2014. In situ observation of mating behaviour of the Singapore freshwater crab *Johora singaporensis* (Crustacea: Brachyura: Potamidae). **Nature in Singapore**. 7: 117-120.

Department of Fisheries. 2015. **Fisheries statistics of Thailand 2013**. Information Technology Center, Department of Fisheries, Technical paper No. 7/2015.

FAO. 2013. **Commodity update: Crab**. Fishery Industries Division, Viale delle Terme di Caracalla, Rome, Italy.

Gao, B.Q., P. Liu, J. Li, F.Y. Dai, Y. Luo and Y.J. Dai. 2008. Heterosis of F1 *Portunus trituberculatus* from mating and crosses among the different geographical populations. **Oceanologia et Limnologia Sinica**. 39: 291-296.

Josileen, J. and N.G. Menon. 2005. Growth of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus*, in captivity. **Crustaceana**. 78 (1): 1-18.

Marshall, S., K. Warburton, B. Paterson and D. Mann. 2005. Cannibalism in juvenile blue-swimmer crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1766): effects of body size, moult stage and refuge availability. **Applied Animal Behaviour Science**. 90: 65-82.

McLay, C.L. and L.S. López Greco. 2011. A hypothesis about the origin of sperm storage in the Eubrachyura, the effects of seminal receptacle structure on mating strategies and the evolution of crab diversity: how did a race to be first become a race to be last? **Zoologischer Anzeiger**. 250: 378-406.

Oniam, V. and W. Arkronrat. 2013. Development of crab farming: The complete cycle of blue swimming crab culture program (CBSC Program) in Thailand. **Kasetsart University Fisheries Research Bulletin**. 37 (2): 31-43.

Pinheiro, M.A.A. and A. Fransozo. 1999. Reproductive behavior of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in captivity. **Bulletin of Marine Science**. 64 (2): 243-253.

Shelley, C. and A. Lovatelli. 2011. **Mud crab aquaculture: A practical manual**. FAO Fisheries and Aquaculture. Rome.

Soundarapandian, P., D. Varadharajan, N. Ilavarasan, J. Kumar and A. Kumar. 2013. Mating Behaviour of Flower Crab, *Charybdis feriata* (Linnaeus). **Marine Science Research & Development**. 3 (3): 1-4.

Van Den Brink, A.M. and C.L. McLay. 2010. Competing for the last place: mating behaviour in a pill-box crab, *Halicarcinus cookii* (Brachyura: Hymenosomatidae). **Zoologischer Anzeiger**. 249: 21-32.

Waiho, K., M. Mustaqim, H. Fazhan, W. Ibrahim, W. Norfaizza, F.H. Megat and M. Ikhwanuddin. 2015. Mating behavior of the orange mud crab, *Scylla olivacea*: The effect of sex ratio and stocking density on mating success. **Aquaculture Reports**. 2: 50-57.

Waterman, T.H. 1961. **The Physiology of Crustacea. Volume 2: Sense Organs, Integration, and Behaviour**. Academic Press. New York, USA.

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคุณภาพน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทราย จังหวัดพะเยา

Relationships between Chlorophyll a and Water Quality In Nong Leng Sai Wetland, Phayao Province

กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์[1*] และ ลลิตา ข่วงบุญ[1]

Kanyanat Soontornprasit[1*] and Lalita Khungboon[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ และคุณภาพน้ำ โดยการออกสำรวจเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงกันยายน 2559 ทำการศึกษา 5 ครั้ง เก็บตัวอย่างในหนองเล็งทรายจำนวน 7 สถานี และในลำห้วยสาขา 7 สาย ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ อุณหภูมิ แอมโมเนียม ออร์โธฟอสเฟต ความเป็นกรด-เบส ความโปร่งแสงและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-10.72 ไมโครกรัมต่อลิตร, 20.74-31.62 องศาเซลเซียส, 0.00-5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร, 0.00-0.70 มิลลิกรัมต่อลิตร, 7.35-9.89, 5.0-67.5 เซนติเมตร และ 0.81-9.65 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอ และคุณภาพน้ำ แสดงให้เห็นว่าคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับค่าอุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และแอมโมเนียม ในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ ยังมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเข้มข้นของไนเตรทและความโปร่งแสง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ABSTRACT

Studies on relationships between chlorophyll a concentration and water quality were carried out every 2 month during January to September 2016. Data were collected from 7 stations in the Nong Leng Sai Wetland as well as from branch creek in 7 canals. The results indicated that the concentrations of chlorophyll a, temperature, ammonium, orthophosphate, pH, transparency, and dissolved oxygen ranged between 0.00-10.72 µg/L, 20.74-31.62 ^{o}C, 0.00-5.00 mg/L, 0.00-0.70 mg/L, 7.35-9.89, 5.0-67.5 cm. and 0.81-9.65 mg/L, respectively. The results from correlation analysis indicated that there were positive relationships between chlorophyll a and temperature, pH, and ammonium concentration at significance levels of α<0.05. Moreover, there was negative relationship between chlorophyll a and nitrate at significance levels of α<0.01, and transparency α<0.05, respectively.

Key Words: water quality, chlorophyll a, Nong Leng Sai Wetland

* Corresponding author; e-mail address: **kanyanat_s@hotmail.com**

[1]สาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

[1] School of Agriculture and Natural Resources, Phayao University, Tumbol Maeka, Muang Phayao 56000

คำนำ

พื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทราย เป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญระดับภูมิภาค มีเนื้อที่ประมาณ 9.6 ตารางกิโลเมตร (6,000 ไร่) (ภัทรมาศ, 2559) เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำที่รวมแม่น้ำสาขาย่อยก่อนที่จะไหลไปรวมกับกว๊านพะเยา และไหลลงสู่แม่น้ำอิง ที่มีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิตของชุมชน รวมถึงมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ เพราะเป็นแหล่งในการเพาะขยายพันธุ์ ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ เพื่อเป็นกลไกให้ระบบนิเวศมีความสมบูรณ์ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) ครอบคลุมหลายตำบล ได้แก่ ป่าแฝก ศรีถ้อย แม่ใจ และบ้านเหล่า ในอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา ปัจจุบันหนองเล็งทรายเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีสภาพตื้นเขิน และเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากการใช้ประโยชน์เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรรอบหนองเล็งทราย รวมทั้งการใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการที่มีผลต่อสภาพและคุณภาพของแหล่งน้ำ ซึ่งมีสาเหตุสำคัญจากการระบายน้ำเสียจากบ้านเรือน นาข้าว ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และฟาร์มเลี้ยงสัตว์โดยไม่มีการบำบัด และยังมีสารพิษตกค้างจากการเกษตรกรรม ที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำ ส่งผลให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง สิ่งมีชีวิตที่จะได้รับผลกระทบอันดับแรก คือ พวกแพลงก์ตอน เพราะถือว่าเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคขั้นแรก ๆ ของห่วงโซ่อาหาร หากเกิดสภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชหยุดชะงัก ก็จะส่งผลทำให้เกิดการเสียสมดุลในห่วงโซ่อาหาร (นิสา และคณะ, 2548) ประโยชน์ของแพลงก์ตอนที่สำคัญคือ เป็นอาหารของสัตว์น้ำ และ สามารถเป็นตัวชี้ความอุดมสมบูรณ์ ของแหล่งประมง (ลัดดา, 2541) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำการประมง คลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียว ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการสังเคราะห์แสง โดยคลอโรฟิลล์ เอ สามารถพบในแพลงก์ตอนพืชหรือสาหร่ายทุกชนิด คลอโรฟิลล์ เอ จึงเป็นพารามิเตอร์หนึ่งซึ่งมักจะนำมาใช้ในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์และจำแนกประเภทของแหล่งน้ำ (Niles *et al*., 1996) ดังนั้นจึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคุณภาพน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทราย จังหวัดพะเยา โดยผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินสถานภาพน้ำของพื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทรายและเป็นข้อมูลในการกำหนดทิศทางการอนุรักษ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่และสถานีเก็บตัวอย่าง

1. บริเวณปากห้วยที่รับน้ำเสีย กำหนดพื้นที่และจุดเก็บตัวอย่างบริเวณปากลำห้วยที่รับน้ำเสียจำนวน 7 สถานี (Figure 1) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายและทางเคมี โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกันยายน 2559 โดยบริเวณบ้านป่าแฝกเป็นพื้นที่ชุมชนที่อยู่อาศัยหนาแน่น ประกอบกับการทำนาข้าวและสวนแคนตาลูป บ้านสันสลีเป็นที่ตั้งชุมชนและปศุสัตว์ บ้านสันกำแพงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม บ้านเจริญราษฎร์เป็นพื้นที่เกษตรกรรมทำนาและทำสวน บ้านศรีถ้อยที่ตั้งชุมชนและทำเกษตรกรรม เป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตประปา บ้านดงอินตา เป็นพื้นที่เกษตรกรรมทำนา ทำสวนและที่ตั้งชุมชน และเทศบาลแม่ใจเป็นที่ตั้งชุมชนเป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตประปา

2. บริเวณหนองเล็งทราย กำหนดจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำและคลอโรฟิลล์ เอ ในบริเวณหนองเล็งทรายจำนวน 7 สถานี (Figure 1) โดยออกสำรวจทุก ๆ 2 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกันยายน 2559

วิธีการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในภาคสนาม

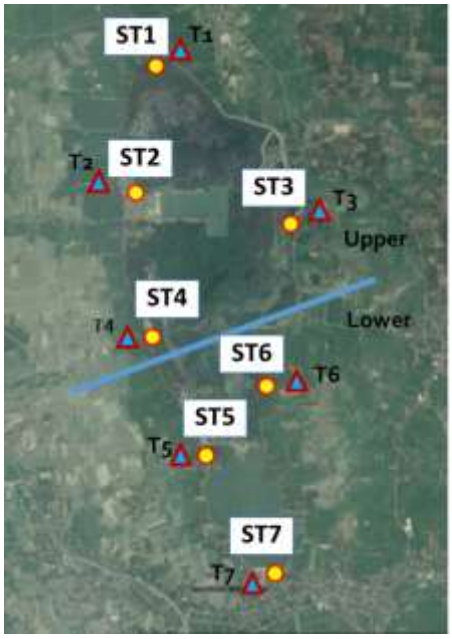
1. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำตามสถานีที่กำหนด โดยใช้กระบอกเก็บน้ำ เก็บน้ำที่ระดับผิวน้ำ (ลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปรยี่ห้อ YSI รุ่น 556

MPS ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L) การนำไฟฟ้า (µS/cm) อุณหภูมิ (°C) ความเป็นกรด-เบส ความลึก (m) ความโปร่งแสง (cm) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (mg/L) และความเค็ม (ppt) จากนั้นจดบันทึกข้อมูล

2. สำหรับตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร จะทำการกรองในภาคสนามโดยใช้ ชุดกรองปริมาณสารอาหารขนาดเล็ก และกระดาษกรองใยแก้วชนิด GF/F เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25 มิลลิเมตร ใส่ในหลอดพลาสติกขนาด 10 มิลลิลิตร ตัวอย่างที่กรองได้จะถูกแช่ไว้ในน้ำแข็ง แล้วนำกลับมาวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม (mg/L) ไนไตรท์ (mg/L) ไนเตรท (mg/L) ออร์โธฟอสเฟต (mg/L) ตามวิธีวิเคราะห์ของ APHA *et al*. (2012) และคลอโรฟิลล์ เอ (mg/L) ตามวิธีวิเคราะห์ของ Strickland and Parsons (1972) ในห้องปฏิบัติการต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ดำเนินการโดยวิธีการวิเคราะห์ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวน ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ T-test เปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (Table 1) และ F-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแต่ละสถานีที่ทำการเก็บข้อมูลและในช่วงเวลาที่แตกต่างกันโดยวิธีของ Duncan's multiple range test และหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยวิธีของ Pearson correlation ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p< 0.05$)



ชื่อสถานีสำรวจ	ตำแหน่ง/พื้นที่	พิกัดของสถานี		ความสูง
		E	N	(เมตร)
T1	ห้วยป่าแฝก	584913	2146255	411
T2	ห้วยหนองบัวแดง	584720	2144333	406
T3	ห้วยบ้านสันกำแพง	585947	2145718	412
T4	ห้วยบ้านเจริญราษฎร์	585281	2142339	405
T5	ห้วยบ้านศรีถ้อย	585808	2140775	406
T6	ห้วยบ้านดงอินตา	586750	2143053	408
T7	ห้วยแม่ใจ	586600	2139783	403

ชื่อสถานีสำรวจ	ตำแหน่ง/พื้นที่	พิกัดของสถานี		ความสูง
		E	N	(เมตร)
ST1	บ้านป่าแฝก	584919	2146231	412
ST2	บ้านสันสลี	584777	2144316	407
ST3	บ้านสันกำแพง	585941	2145709	405
ST4	บ้านเจริญราษฎร์	585291	2142355	405
ST5	บ้านศรีถ้อย	585819	2140816	405
ST6	บ้านดงอินตา	586744	2143062	406
ST7	เทศบาลแม่ใจ	586654	2139803	398

Figure 1 Map indicating the 14 stations of water quality survey in tributaries (T1-T7) and Nong Leng Sai Wetland (ST1-ST7)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

คุณภาพน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทราย

คุณภาพน้ำบริเวณลำห้วยสาขาของหนองเล็งทราย (T1-T7) ได้แก่ ความโปร่งแสง อุณหภูมิ การนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรด-เบส ปริมาณแอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต และคลอโรฟิลล์ เอ โดยความโปร่งแสงมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-60.0 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.0±16.2 เซนติเมตร อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 20.74-29.82 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.33±2.50

องศาเซลเซียส การนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 0.063-0.521 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.195±0.090 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 48-328 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 124±50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.81-9.65 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.28±2.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด-เบส มีค่าอยู่ในช่วง 7.35-9.67 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.71±0.43 ปริมาณแอมโมเนียมมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80±1.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรทมีค่าอยู่ในช่วง 0.001-0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.002±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.70 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11±0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร และคลอโรฟิลล์ เอมีค่าอยู่ในช่วง 0.00-12.36 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53±3.07 ไมโครกรัมต่อลิตร

คุณภาพน้ำบริเวณหนองเล็งทราย (ST1-ST7) พบว่าความโปร่งแสงมีค่าอยู่ในช่วง 5.0-67.5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.01±17.0 เซนติเมตร อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 22.97-31.62 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.62±2.37 องศาเซลเซียส การนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 0.072-0.314 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.167±0.050 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 43-191 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 107±3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 2.70-8.83 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.16±1.59 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรด-เบส มีค่าอยู่ในช่วง 7.97-9.89 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.75±0.40 ปริมาณแอมโมเนียมมีค่าอยู่ในช่วง 0.00-5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.76±1.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.05±0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรทมีค่าอยู่ในช่วง 0.001-2.325 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.656±0.850 มิลลิกรัมต่อลิตร ออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ในช่วง 0.00-5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08±0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร และคลอโรฟิลล์ เอมีค่าอยู่ในช่วง 0.00-10.72 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.35±2.70 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินยกเว้น ค่าความโปร่งแสง ที่ต่ำกว่า 30-60 เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำแต่ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด อาจจะเกิดจากปริมาณการใช้ประโยชน์ของแต่ละพื้นที่ทำให้ได้รับปริมาณสารอาหารจากการชะล้างที่แตกต่างกัน และค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ที่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรในบางสถานีและบางช่วงเวลา โดยพบปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (3 มิลลิกรัมต่อลิตร) และเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินประเภท 2 (6 มิลลิกรัมต่อลิตร) (สันธิวัฒน์ และคณะ, 2556)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างประเภทแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลพบว่าอุณหภูมิ ไนไตรท์ และไนเตรทมีความแตกต่างกันอย่างที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยอุณหภูมิ ไนไตรท์ และไนเตรทในลำห้วยมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าในหนองเล็งทราย (Table 1) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำตามช่วงเวลาพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างช่วงฤดูแล้งและน้ำหลาก โดยอุณหภูมิของน้ำ ไนเตรทและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 23.55 องศาเซลเซียส 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตรและ 2.84 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าในฤดูน้ำหลากอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) โดยคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณพื้นที่ตอนบนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94±2.65 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามากกว่าพื้นที่ตอนล่างมีค่าเท่ากับ 2.68±3.07 ไมโครกรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ (Table 1, Figure 2-3) ส่วนคุณภาพน้ำบริเวณฝั่งตะวันออกมีค่าปริมาณ

แอมโมเนียมเท่ากับ 1.30 มิลลิกรัมต่อลิตร และออร์โธฟอสเฟตเท่ากับ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าคุณภาพน้ำบริเวณฝั่งตะวันตกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากบริเวณฝั่งตะวันออกมีการตั้งชุมชนที่อยู่อาศัยหนาแน่นประกอบกับการทำนาข้าวทำให้ได้รับสารอาหารจากการซักล้างและการใช้ปุ๋ยในการทำนา (Table 1)

Table 1 Water Quality in Nong Leng Sai Wetland during January to September 2016

Water Quality	Type		Season		Zone		Area	
	Nong	Tributary	Dry	High	Upper	Lower	West	East
Temperature (°C)	27.62[a]	26.33[b]	23.55[a]	27.89[b]	27.07	26.90	30.68	26.87
Conductivity (µS/cm)	0.167	0.195	0.168	0.184	0.171	0.193	0.176[a]	0.197[b]
Total Dissolved Solids (mg/L)	107	125	116	115	108	125	106	125
Salinity (ppt)	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08[a]	0.09[b]
Dissolved Oxygen (mg/L)	6.16	6.28	2.84[a]	7.10[b]	6.13	6.34	8.50	6.35
pH	8.75	8.71	8.62	8.76	8.68	8.79	8.97[a]	8.82[b]
Transparency (cm)	28.05	25.96	32.43	25.64	24.59	30.14	57.50	26.73
NH_4^+ (mg/L)	0.76	0.80	0.54	0.84	0.59	1.02	1.30[a]	0.92[b]
NO_2^- (mg/L)	0.05[a]	0.02[b]	0.01	0.04	0.04	0.04	0.25	0.04
NO_3^- (mg/L)	0.66[a]	0.00[b]	0.00[a]	0.66[b]	0.27	0.41	2.33	0.23
PO_4^{3-} (mg/L)	0.08	0.11	0.22	0.06	0.08	0.11	0.25[a]	0.11[b]
Chlorophyll a (µg/L)	3.35	4.53	4.29	3.55	4.94[a]	2.68[b]	6.93[a]	3.94[b]

Remark* Type of water source consist of 1) Nong Leng Sai Wetland and 2) tributary

Season consist of 1) Dry periods (January-April) and 2) High-load periods (May-September)

Zone consist of 1) Upper zone (ST1-4) and 2) Lower zone (ST5-7)

Sampling area consist of 1) East (ST3, ST6, ST7) and 2) Lower zone (ST1, ST2, ST4, ST5)

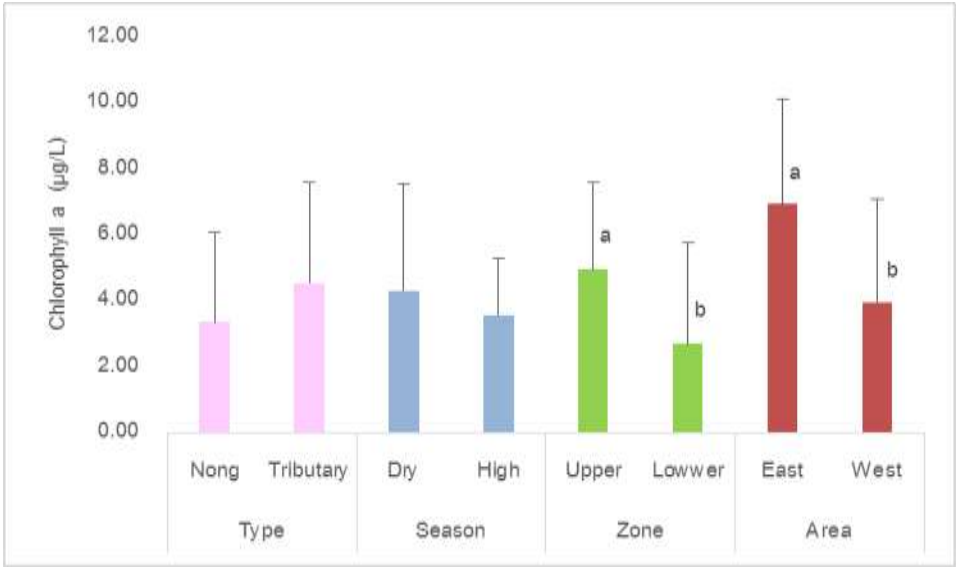


Figure 2 Compararison of water quality in Nong Leng Sai Wetland during January to September 2016



Figure 3 Chlorophyll *a* concentrations at tributaries (T1-T7) and Nong Leng Sai Wetland (ST1-ST7)

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

จากการทดสอบทางสถิติ พบว่า คลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมัน 95 เปอร์เซ็นต์ กับค่าอุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ในทิศทางเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 23.8 22.7 และ 20.9 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความโปร่งแสง คิดเป็นร้อยละ 27.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน คิดเป็นร้อยละ 40.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

Table 2 Relationships between Chlorophyll a and Water Quality in Nong Leng Sai Wetland

	Correlation	Temp.	DO	pH	Trans.	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	CHL a
Temp.	Pearson Correlation		0.478**	-0.194	-0.004	-0.264*	0.041	0.470*	-0.658**	0.238*
	Sig. (2-tailed)		0.000	0.113	0.974	0.030	0.742	0.012	0.000	0.043
pH	Pearson Correlation				-0.452**	0.473**	0.137	0.227	0.297*	0.227*
	Sig. (2-tailed)				0.000	0.000	0.266	0.246	0.014	0.036
Trans.	Pearson Correlation					-0.179	-0.066	-0.044	0.007	-0.275*
	Sig. (2-tailed)					0.144	0.591	0.825	0.956	0.049
NH_4^+	Pearson Correlation						0.127	0.142	0.369**	0.209*
	Sig. (2-tailed)						0.301	0.472	0.002	0.045
NO_3^-	Pearson Correlation								-0.124	-0.405**
	Sig. (2-tailed)								0.529	0.032
CHL a	Pearson Correlation									
	Sig. (2-tailed)									

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณพื้นที่ตอนบนมีมีค่าเฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ตอนล่าง ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณที่สามารถรองรับน้ำที่ไหลจากพื้นที่ตั้งชุมชนที่อยู่อาศัยหนาแน่น ประกอบกับการทำนาข้าวและสวนแคนตาลูป ทำให้ได้รับสารอาหารจากการซักล้างและการใช้ปุ๋ยในการเกษตร ส่งผลให้พบความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอในปริมาณสูงกว่าในบริเวณพื้นที่ตอนล่าง ทำให้บริเวณนี้มีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งสามารถใช้คลอโรฟิลล์ เอ เป็นตัวแทนในการอธิบายได้ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แสดงถึงมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชเนื่องจากคลอโรฟิลล์ เอ เป็นส่วนประกอบหลักของรงควัตถุภายในเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช (ยุวดี, 2549) สอดคล้องกับ ผุสดี (2540) ที่รายงานว่า ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์ในทางทิศเดียวกันกับแพลงก์ตอนพืช และปริมาณไนเตรท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แพลงก์ตอนพืชไฟลั่ม Chlorophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณแอมโมเนีย และไนเตรท ส่วนไฟลัม Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศเดียวกันกับปริมาณแอมโมเนีย, ปริมาณไนเตรท และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สอดคล้องกับทิศทางของความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ก่อนสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ (เชษฐพงษ์, 2546) ประกอบกับบริเวณพื้นที่ตอนบน มีสถานีเก็บตัวอย่างอยู่ทางตะวันออกซึ่งเป็นที่ตั้งชุมชนบ้านสันกำแพงและบ้านดงอินตาทำให้มีปริมาณสารอาหารปริมาณแอมโมเนียมและออร์โธฟอสเฟตในน้ำเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากแหล่งน้ำได้รับอิทธิพลจากน้ำฝนซึ่งชะล้าง ซึ่งมาจากแหล่งชุมชน การทำเกษตรกรรมที่มีการใช้ปุ๋ย เมื่อปัจจัยเหล่านี้ถูกชะลงมาในน้ำ จึงทำให้ปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้นและมีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากออร์โธฟอสเฟตเป็นธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง (จารุมาศ, 2542)

ในส่วนของความสัมพันธ์ของคลอโรฟิลล์ เอ ต่อปัจจัยด้านคุณภาพน้ำ คือ ค่าอุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ความโปร่งแสง ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน สามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวม แสดงให้เห็นว่า หากในสภาวะที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูง จะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมสูงด้วย ซึ่งจะมีผลต่อค่าความเป็นกรด-เบส เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชได้ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง จึงทำให้แหล่งน้ำมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำมีปริมาณลดลง จึงทำให้มีค่าความเป็นกรด-เบสสูง และเมื่อแพลงก์ตอนมีการสังเคราะห์แสงก็จะมีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่ามากด้วย ในทิศทางเดียวกับค่าความขุ่น แต่ความขุ่นอาจเกิดจากสาเหตุอื่น ๆ คือ อาจจะเกิดจากตะกอนแขวนลอยที่อยู่ในแหล่งน้ำ หรือเกิดขึ้นจากความแปรปรวนของมวลน้ำในธรรมชาติ ทำให้มีค่าของความขุ่นเพิ่มขึ้นได้

สรุป

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลมาจาก การเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ แอมโมเนียม- และออร์โธฟอสเฟต เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากการชะล้างจากแผ่นดิน บริเวณด้านตะวันออกทางตอนบนของ หนองเล็งทรายซึ่งเป็นบริเวณที่มีการตั้งชุมชนขนาดใหญ่ เช่น ทำให้ปริมาณธาตุอาหารที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณมาก ประกอบกับทางตอนบนมีการทำนาข้าวและสวนแคนตาลูป ส่วนทางตอนล่างของหนองเล็งทรายเป็นบริเวณที่มีปริมาตรน้ำมากเพื่อใช้ในการทำประปาและยังมีการเปิดประตูระบายน้ำสู่ชุมชนที่อยู่ทางตอนล่างของพื้นที่หนองเล็งทราย โดยบริเวณบ้านสันสลี บ้านป่าแฝก บ้านสันกำแพง และบ้านดงอินตา ซึ่งบริเวณที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นบริเวณที่ส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารสูง โดยภาพรวมสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทรายมีการเปลี่ยนแปลง

ตามช่วงระยะเวลาและพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งได้รับผลกระทบจากสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน เช่น พื้นที่เกษตร หรือพื้นที่ชุมชนเมือง บริเวณตอนบนและทางฝั่งตะวันออก อย่างไรก็ตาม คุณภาพน้ำส่วนใหญ่จัดอยู่ในระดับคุณภาพปานกลาง ดังนั้นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียควรตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพ แวดล้อมทางน้ำและควรเฝ้าระวังกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดังกล่าว เพื่อหาแนวทางในการร่วมอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำดิบเพื่อการเกษตรและผลิตน้ำประปาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากโครงการงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยพะเยา

เอกสารอ้างอิง

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2542. **กำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ**. เอกสารประกอบการสอน. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, บัณฑิตา ทองบ่อ และ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2546. **การศึกษาวิจัยรูปแบบการแพร่กระจายและการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของคลอโรฟิลล์ เอในบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด**. การประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืช ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ.

นิสา เพิ่มศิริวาณิชย์ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และ ศรัณย์ เพ็ชร์พิรุณ. 2548. **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคุณภาพน้ำ ณ หมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด**. ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43. หน้า 245-252.

ยุวดี พีระพรไพศาล. 2549. **สาหร่ายวิทยา**. สำนักพิมพ์โชตนาพรินท์, เชียงใหม่.

ผุสดี เทียนถาวร. 2540. **ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำบางประการในแม่น้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ภัทมาศ อ่ำทอง. 2559. **การศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำและดินตะกอนในลำห้วยสาขาของพื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทราย**. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี, สาขาวิชาการประมง, คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยพะเยา.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2541. **แพลงก์ตอนพืช**. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 787 น.

สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล. 2556. **คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยพะเยา. 223 น.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. **พื้นที่ชุ่มน้ำ ภาคเหนือ**. เอกสารพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย เล่ม 2. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

APHA, AWWA and WEF. 2012. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** 22nd ed. American Public Health Association. Washington D.C. 1, 360 p.

Niles R.K., Darrell L. King and R. Ring. 1996. **Lake Classification System-Part1**. The Michigan Riparian.

Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. .1972**A practical handbook of seawater analysis**. Fisheries research board of Canada 2 ed. Bulletin 167. Ottawa.

การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) โดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรมไมโครแซทเทลไลท์

Genetic Diversity Evaluation of Pacific White Shrimp Populations (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) Using Microsatellite DNA Marker

นวนิตย์ คล่องแคล่ว[1*] และ พุทธ ส่องแสงจินดา[2]

Nawanith Klongklaew[1*] and Putth Songsangjinda[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) 6 ประชากรจากโรงเพาะฟักของกรมประมง 4 ประชากร และโรงเพาะฟักของเอกชน 2 ประชากร โดยรวบรวมกุ้งขาวทั้งหมด 488 ตัวอย่าง และวิเคราะห์ด้วยเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ 7 ตำแหน่ง คือ CNM-MG339, CNM-MG479, Lvan0014, Lvan0016, Lvan0017, Lvan0022 และ TUMXLv.9.93 ผลการศึกษาพบว่ากุ้งขาวทั้ง 6 ประชากรมีความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับสูง โดยจำนวนอัลลิลเฉลี่ยที่พบต่อตำแหน่ง (n_a) 2.57–11.00 จำนวนอัลลิลเฉลี่ยต่อตำแหน่งที่ถ่วงด้วยความถี่อัลลิล (n_e) 2.42–6.28 ค่าสังเกตเฮตเทอโรไซโกซิตี (H_o) 0.52–0.77 ค่าคาดหมายเฮตเทอโรไซโกซิตี (H_e) 0.52–0.84 ประชากรทั้งหมดมีการเบี่ยงเบนจากสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ F_{st} เฉลี่ยทุกตำแหน่ง (0.2098) แสดงว่าประชากรที่นำมาศึกษานี้มีการแบ่งเป็นประชากรย่อย และสามารถจัดความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกุ้งขาวด้วยแผนผัง UPGMA ได้ 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรจากโรงเพาะฟักของกรมประมง 1 (WH01) และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรจากโรงเพาะฟักของกรมประมง 2 3 6 และโรงเพาะฟักของเอกชน 4 5 (WH02, WH03, WH04, WH05 และ WH06)

ABSTRACT

In the present study, we have objectives for evaluated the genetic diversity of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) broodstock from 6 populations of 4 populations from DOF hatcheries and 2 populations from private hatcheries in Thailand. Pacific white shrimp 488 samples were collected and were analyzed by 7 microsatellite DNA markers including CNM-MG339, CNM-MG479, Lvan0014, Lvan0016, Lvan0017, Lvan0022 and TUMXLv.9.93. The results presented 6 populations of Pacific white shrimp have a high level of the genetic diversity: average observed number of alleles per locus (n_a) of 2.57–11.00, average effective number of alleles (n_e) 2.42–6.28, observed heterozygosity (H_o) 0.52–0.77 and expected heterozygosity (H_e) 0.52–0.84. Significant deviation from Hardy-Weinberg equilibrium were found in all populations (P<0.05). The average F_{st} coefficient (0.2098) shows that the populations are divided into subpopulations and the genetic relationships were created by UPGMA dendrogram separated the populations into two groups. The first group consisted of DOF hatchery 1 (WH01) and the second group consisted of DOF hatchery 2, 3, 6 and Private hatchery 4, 5 (WH02, WH03, WH04, WH05 and WH06).

Key Words: Genetic diversity, Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931), Microsatellite DNA markers

*Corresponding author; e-mail address: **nawanith@gmail.com**

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี 122 ม.1 ต.แหลมผักเบี้ย อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี 76100

[1]Phetchaburi Coastal Aquaculture Research and Development Center 122 Moo 1 Leamphakbia Banlaeam Phetchaburi 76100

[2] กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กรุงเทพฯ 10900

[2]Coastal Aquaculture Research and Development Division Department of Fisheries Bangkok 10900

คำนำ

กุ้งขาว กุ้งขาวแวนนาไม หรือกุ้งขาวแปซิฟิก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Litopenaeus vannamei* มีชื่อสามัญตาม Food and Agriculture Organization (FAO) ว่า Pacific white shrimp ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 เป็นต้นมา กรมประมงได้อนุญาตให้นำเข้าพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวมาเพาะเลี้ยงในประเทศ (ทรงทรัพย์, 2552) เนื่องจากเป็นกุ้งที่เลี้ยงง่ายและมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี จึงได้รับความนิยมเลี้ยงจากเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งทะเลเป็นอย่างมาก จนในปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งทะเลของประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงกุ้งขาวเป็นสัตว์น้ำชายฝั่งอันดับหนึ่งทดแทนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและกุ้งแชบ๊วยในทุกพื้นที่ทั่วประเทศ แต่ในปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งขาวประสบกับปัญหาต่างๆ ทำให้ผลผลิตกุ้งขาวลดต่ำลง จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2556 พบว่าปริมาณผลผลิตกุ้งขาวในปี พ.ศ. 2556 ทั้งหมดมีปริมาณ 310,700 ตัน คิดเป็นมูลค่า 55,781.90 ล้านบาท ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2555 ถึง 277,500 ตัน คิดเป็นมูลค่าที่ลดลงถึง 17,007.20 ล้านบาท (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมประมง, 2558) ซึ่งผลผลิตกุ้งขาวที่ลดต่ำลงมีหลายสาเหตุประกอบกัน อาทิเช่น ปัญหาความเสื่อมโทรมของบ่อเลี้ยงและการจัดการในการเลี้ยง ที่สำคัญที่สุดคือปัญหาการระบาดของโรคตายด่วน หรือโรค EMS (Early Mortality Syndrome) และปัญหากุ้งโตช้า ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่เข้าใจว่าเป็นผลมาจากการผสมเลือดชิด (Inbreeding) ของสายพันธุ์ที่ใช้เลี้ยง ทำให้เกิดความเสื่อมทางพันธุกรรม (กัณฑรีย์ และคณะ, 2550) และจากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวที่อาศัยการคัดเลือกเฉพาะกุ้งขาวตัวที่โตดีมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ มีผลให้กุ้งเจริญพันธุ์เร็ว ตลอดจนขาดการศึกษาเรื่องพันธุกรรมของประชากร ขาดการบริหารจัดการพ่อแม่พันธุ์และการดำรงรักษาพันธุ์ตามหลักพันธุศาสตร์ ทั้งที่การดำเนินงานดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อความยั่งยืนของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกชนิด (พนม และคณะ, 2555)

การศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องหมายพันธุกรรมที่มีชื่อว่า ไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอ (Microsatellite DNA) ซึ่งเป็นลำดับนิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) ที่ซ้ำกันช่วงสั้นๆ (Simple sequence repeats, SSRs) ขนาดประมาณ 1-6 นิวคลีโอไทด์ มีจำนวนซ้ำตั้งแต่ 2 ซ้ำขึ้นไปไม่เกิน 100 ซ้ำ และแต่ละชุดซ้ำเรียงต่อกันอยู่ในทิศทางเดียวกันตลอด (Tandem repeat) พบกระจายทั่วไปในจีโนม และมีตำแหน่งอยู่ในส่วนของ Noncoding region (Weber and Wong, 2003) ซึ่งไมโครแซทเทลไลท์เป็นเครื่องหมายพันธุกรรมที่มีความหลากหลายสูง การแสดงออกเป็นแบบข่มร่วม (Co-dominant) สามารถศึกษาได้โดยใช้เทคนิคพีซีอาร์ (Polymerase Chain Reaction, PCR) ซึ่งต้องการปริมาณดีเอ็นเอเริ่มต้นเพียงเล็กน้อย ผลที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ และสามารถทำซ้ำโดยผลที่ได้ไม่เปลี่ยนแปลง พบกระจายทั่วไปในจีโนมทั้งในระหว่างยีนและภายในยีน (ทักขิณา, 2552) นอกจากนี้ไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอยังมีจุดเด่นที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ สามารถพัฒนาไพรเมอร์สำหรับไมโครแซทเทลไลท์ในสัตว์น้ำข้ามชนิดที่อยู่ในสกุลเดียวกันได้ (Cross-species amplification) เช่น ปลาดุกอุย-ปลาดุกยักษ์-ปลาเทโพ ปลาดุกอุย-ปลาสวาย และปลาทู-ปลาลัง เป็นต้น (สุภาวดี, 2559)

ด้วยเหตุนี้การประยุกต์ใช้เครื่องหมายพันธุกรรมไมโครแซทเทลไลท์ในการประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของกุ้งขาวจัดเป็นแนวทางที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ได้ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำใช้เพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงและพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์กุ้งขาวของประเทศไทยในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างขาว่ายน้ำกุ้งขาว จำนวน 6 ประชากร โดยประชากร WH01 เป็นพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวนำเข้าจากเกาะกวม ประชากร WH02 และ WH03 เป็นพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวนำเข้าจากเกาะฮาวาย ซึ่งทั้ง 3 ประชากรถูกเก็บรวบรวมไว้ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเขต 6 (สงขลา) ส่วนประชากร WH05 และ WH06 เป็นพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาว

จากโรงเพาะฟักของเอกชน และประชากร WH06 เป็นพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวที่ถูกรวบรวมไว้ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำนครศรีธรรมราช (ตารางที่ 1) ในสารละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง

Table 1 Detail of sampling locations and sample size in six populations of Pacific white shrimp

Code	Sampling locations	Sample size
WH01	DOF Hatchery, Songkhla Province	127
WH02	DOF Hatchery, Songkhla Province	116
WH03	DOF Hatchery, Songkhla Province	76
WH04	Private Hatchery, Pattani Province	90
WH05	Private Hatchery, Trat Province	40
WH06	DOF Hatchery, Nakhon Si Thammarat Province	62

การสกัดดีเอ็นเอ

สกัดดีเอ็นเอจากขาว่ายน้ำกุ้งขาว โดยวิธี Proteinase K/Phenol-Chloroform ดัดแปลงจากวิธีของ Taggart *et al*. (1992) จากนั้นตรวจสอบคุณภาพและความเข้มข้นของดีเอ็นเอที่สกัดได้ โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายดีเอ็นเอ ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงชนิดนาโน (NanoDrop Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 260 และ 280 นาโนเมตร

การวิเคราะห์ตัวอย่างดีเอ็นเอ

เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์ โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ จำนวน 7 ตำแหน่ง คือ CNM-MG-339, CNM-MG-479, Lvan0014, Lvan0016, Lvan0017, Lvan0022 และ TUMXLv.9.93 รายละเอียดตามตารางที่ 2

Table 2 Detail information of seven Microsatellite DNA markers

Locus	GenBank Accession No.	Repeat motif	Forward Primer (5' - 3')	Reverse Primer (5' - 3')
CNM-MG-339	-	(ACAAA)4	AAACAACATATTGCAGTTC	AAGCGTCAGATTCCAG
CNM-MG-479	-	T16	GTGAAGTTGGGATTATAG	CTGCCAGTTTAGCGAC
Lvan0014	EU419945	(AGAC)3…(ACAG)5	GTGGGTGTCTGTGGTACTTGAG	ATGGTTGTTCTCTGGCTCTTCT
Lvan0016	EU419946	(GA)5C(AGAC)4…(CAGG)5	TGTCACCCGAAAGATATGAGAG	CATGGCTTCCCTTTGTTTATC
Lvan0017	EU419947	(CT)10	GTAACATGCCCTCACTCACTCA	TGTCGCTGAGAGTTTATCATGG
Lvan0022	EU419950	(CAGA)6	GTGTGCCTATTTCTTATCTTAACGC	CTCTCGCTCTCGCTCTGTCTAT
TUMXLv.9.93	AF360115	(AG)9	GGTGTGTGTTTTGGTGATTTTG	CATTGATGCGTTTTCTTTAGGG

ส่วนผสมของสารละลายในปฏิกิริยาพีซีอาร์ ประกอบด้วย น้ำกลั่น 2.69 ไมโครลิตร 10x บัฟเฟอร์ 1.00 ไมโครลิตร dNTP mix 0.80 ไมโครลิตร Bovine serum albumin หรือ BSA 0.10 ไมโครลิตร Forward primer + M13 sequence 0.04 ไมโครลิตร Reverse primer 0.16 ไมโครลิตร M13 sequence + Fluorescence labeled 0.16 ไมโครลิตร Taq DNA polymerase 0.05 ไมโครลิตร และดีเอ็นเอต้นแบบ 5.00 ไมโครลิตร ปริมาตรรวมทั้งสิ้น 10.00 ไมโครลิตร

และสภาวะของปฏิกิริยาพีซีอาร์ (Schuelke, 2000) เป็นดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 Initial denaturation ใช้อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส 2 นาที ขั้นตอนที่ 2 อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส 30 วินาที อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส 30 วินาที อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส 30 วินาที ทำปฏิกิริยา 27 รอบ ขั้นตอนที่ 3 อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส 30 วินาที อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส 30 วินาที อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส 30 วินาที ทำปฏิกิริยา 8 รอบ และขั้นตอนที่ 4 Final extension อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส 10 นาที

นำผลผลิตพีซีอาร์ที่ได้มาแยกด้วยเทคนิคอิเล็กโตรไฟลิซีทเจล ความเข้มข้น 6% (Denaturing polyacrylamide gel) จากนั้นถ่ายภาพและอ่านผลแถบอัลลิล ด้วยเครื่อง Gel documentation

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร โดยใช้โปรแกรม POPGENE version 1.32 คำนวณความถี่ของอัลลิล จำนวนอัลลิลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง (n_a, n_e) ค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีเฉลี่ยทั้งค่าสังเกต (H_o) และค่าคาดหมาย (H_e) และทดสอบสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก (HWE) ในแต่ละประชากร และวิเคราะห์รวมทุกตำแหน่งที่สำรวจด้วยวิธี Chi-square test

วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างประชากร โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ F (*F*-Statistics) ด้วยโปรแกรม POPGENE version 1.32 และสร้างแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Phylogenetic tree) ด้วยวิธี UPGMA จากโปรแกรม POPTREEW web version (Takezaki *et al*., 2014)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร

ผลการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร (ตารางที่ 3) พบว่าประชากรที่มีจำนวนอัลลิลเฉลี่ยที่พบต่อตำแหน่ง (n_a) สูงลดหลั่นตามลำดับ ดังนี้ WH04, WH05, WH03, WH02, WH06 และ WH01 โดยมีค่าเท่ากับ 11.00±2.83, 10.29±2.36, 7.57±1.51, 4.86±1.35, 4.71±1.38 และ 2.57±0.98 ตามลำดับ และจำนวนอัลลิลเฉลี่ยต่อตำแหน่งที่ถ่วงด้วยความถี่อัลลิล (n_e) มีค่าสูงสุดในประชากร WH04, WH05, WH03, WH02, WH06 และ WH01 โดยมีค่าเท่ากับ 6.29±1.86, 6.16±0.93, 4.42±0.60, 3.47±0.91, 3.27±0.86 และ 2.42±0.92 ตามลำดับ

สำหรับประชากรที่มีค่าสังเกตเฮตเทอโรไซโกซิตี (H_o) มีค่าสูงสุดคือ WH05, WH02, WH04, WH03, WH01 และ WH06 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.78±0.14, 0.77±0.14, 0.71±0.16, 0.68±0.21, 0.54±0.34 และ 0.53±0.14 ตามลำดับ ส่วนค่าคาดหมายเฮตเทอโรไซโกซิตี (H_e) มีค่าสูงสุดในประชากร WH05, WH04, WH03, WH02, WH06 และ WH01 มีค่า 0.85±0.03, 0.83±0.06, 0.78±0.03, 0.70±0.08, 0.68±0.09 และ 0.52±0.25 ตามลำดับ

ค่าความหลากหลายของยีน (Gene diversity=I) มีค่าสูงสุดในประชากร WH04, WH05, WH03, WH02, WH06 และ WH01 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.00±0.28, 1.99±0.17, 1.68±0.08, 1.33±0.25, 1.30±0.27 และ 0.84±0.44 ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก (Hardy-Weinberg Equilibrium) พบว่าประชากรทั้งหมดมีการเบี่ยงเบนจากสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P_{HWE}<0.05)

ซึ่งจำนวนอัลลิลเฉลี่ยที่พบต่อตำแหน่งและค่าสังเกตเฮตเทอโรไซโกซิตีจากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Valles-Jimenez *et al.* (2005) ที่ทำการศึกษาโครงสร้างพันธุศาสตร์ประชากรของกุ้งขาวจากประเทศเม็กซิโกถึงประเทศปานามาด้วยความแปรปรวนของไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอ โดยมีค่าเท่ากับ 7.4 – 8.6 และ 0.241–0.388 ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Perez-Enriquez *et al.* (2009) ที่ทำการศึกษาสถานะความหลากหลายทางพันธุกรรมของพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวในประเทศเม็กซิโก โดยมีจำนวนอัลลิลเฉลี่ยที่พบต่อตำแหน่งและค่าสังเกตเฮตเทอโรไซโกซิตี เท่ากับ 8.98 และ 0.57 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีค่าสังเกตเฮตเทอโรไซโกซิตีสูงกว่าการศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่ำในกุ้งขาว 5 ประชากรในประเทศคิวบาโดยใช้เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ที่มีค่าเท่ากับ 0.27 (Artiles *et al*., 2011) แต่มีค่าสังเกตเฮตเทอโรไซโกซิตีต่ำกว่าจากการศึกษาของจารุวรรณ และคณะ (2556) ที่ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและการระบุพ่อแม่ลูกของประชากรกุ้งขาวปลอดเชื้อโรคในโรงเพาะฟัก 36 ครอบครัว จาก Guam Aquaculture Development and Training Center (GADTC) ด้วยเครื่องหมายพันธุกรรมจำนวน 16 ตำแหน่ง โดยมีจำนวนอัลลิลต่อตำแหน่งรุ่นพ่อแม่และรุ่นลูก เท่ากับ 10.62 และ 10.05 และมีค่าสังเกตเฮตเทอโรไซโกซิตีรุ่นพ่อแม่และรุ่นลูก เท่ากับ 0.891 และ 0.813 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างประชากร

ค่าสัมประสิทธิ์ F (*F*-Statistics) เป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ของอัลลิลภายในประชากร ซึ่งสามารถบอกได้ว่าประชากรนั้นมีการแบ่งออกเป็นประชากรย่อยหรือไม่ (Nei, 1977) จากการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างประชากร โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ F (*F*-Statistics) พบว่าความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรกุ้งขาวทั้ง 6 ประชากร (F_{st}) มีค่าระหว่าง 0.0877–0.2549 โดยมีค่า F_{st} เฉลี่ยเท่ากับ +0.1501 ส่วนการประเมินการผสมเลือดชิดวิเคราะห์จากค่า Fixation index (F_{is}) พบว่ามี 2 ตำแหน่งจาก 7 ตำแหน่ง (Lvan0016 และ TUMXLv9.93) ที่มีค่าเป็นบวก (F_{is}=+0.3154 และ +0.3753) หมายความว่า ค่าเฮทเทอโรไซโกตน้อยกว่าที่ควรจะเป็น เกิดขึ้นเนื่องจากมีการผสมเลือดชิด หรือมีการรวมกันของประชากรที่มีความถี่อัลลิลต่างกัน (Wahlund's effect) เป็นต้น ส่วนในตำแหน่ง Lvan0014, Lvan0017, Lvan0022, CNM-MG479 และ CNM-MG339 มีค่าเป็นลบ หมายความว่า ค่าเฮทเทอโรไซโกตมากกว่าที่ควรจะเป็น (ตารางที่ 4)

ซึ่งจากการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างประชากรกุ้งขาวทั้ง 6 ประชากรมีค่าสูง (F_{st}=0.0877–0.2549) แสดงให้เห็นว่าประชากรกุ้งขาวทั้ง 6 ประชากรมีความแตกต่างทางพันธุกรรมมาก แตกต่างจากการศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของกุ้งขาว 3 รุ่น (F5, F6 และ F7) ที่มีค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมต่ำ (F_{st}=-0.004) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประชากรกุ้งขาวทั้ง 3 รุ่นมี Homogeneity สูง (Luvesuto *et al.*, 2007) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Perez-Enriquez *et al.* (2009) ที่มีค่า F_{st} เพียง 0.015

แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Phylogenetic tree)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของประชากรกุ้งขาวทั้งหมด 6 ประชากร ด้วยวิธี UPGMA ดังภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าประชากรแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรกุ้งขาวจากโรงเพาะฟักของกรมประมงในจังหวัดสงขลา (WH01) และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรกุ้งขาวจากโรงเพาะฟักของกรมประมงในจังหวัดสงขลา (WH02, WH03) โรงเพาะฟักของกรมประมงในจังหวัดนครศรีธรรมราช (WH06) โรงเพาะฟักของเอกชนในจังหวัดปัตตานี (WH04) และโรงเพาะฟักของเอกชนในจังหวัดตราด (WH05) ซึ่งภายในกลุ่มที่ 2 นี้มีการแบ่งย่อยประชากรกุ้งขาวออกเป็นอีกหลายๆ กลุ่ม แต่ค่าการซ้ำส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 44-51 เปอร์เซ็นต์ มีเพียงจุดแยกระหว่างกลุ่ม WH05 กับ WH02, WH03, WH04 และ WH06 เท่านั้นที่มีความการซ้ำสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์

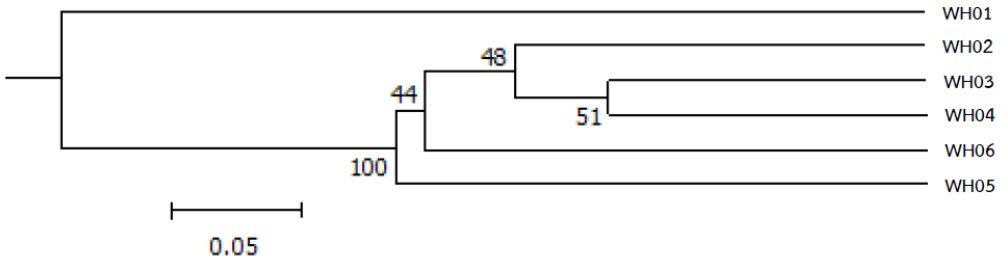


Figure 1 An UPGMA phylogenetic tree based on seven microsatellite loci of six hatchery populations of Pacific white shrimp

สรุปผลการทดลอง

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรกุ้งขาวทั้ง 6 ประชากรที่ทำการศึกษาในครั้งนี้อยู่ในเกณฑ์ดี มีความแตกต่างทางพันธุกรรมปานกลางถึงมากที่สุด (พิจารณาจากค่า F_{st}=0.0877–0.2549 เทียบเคียงกับ Wright (1978) โดยค่า F_{st}=0.00-0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมน้อย ค่า F_{st}=0.05-0.15 แสดงว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมปานกลาง ค่า F_{st}=0.15-0.25 แสดงว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมมาก และค่า F_{st}>0.25 แสดงว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมมากที่สุด) มีศักยภาพที่จะนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการเพาะเลี้ยงและปรับปรุงพันธุ์ได้ ซึ่งข้อมูลที่

ได้จากการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นว่าประชากรกุ้งขาวในประเทศไทยยังมีความหลากทางพันธุกรรมที่ค่อนข้างสูง ปัญหากุ้งอ่อนแอเกิดโรคง่ายและปัญหากุ้งโตช้าที่เกษตรกรส่วนใหญ่เข้าใจว่าเป็นผลมาจากการผสมเลือดชิดของสายพันธุ์ที่ใช้เลี้ยงนั้น น่าจะมีสาเหตุอื่นที่ไม่ใช่พันธุกรรมของกุ้ง เช่น การจัดการบ่อที่ไม่เหมาะสมทำให้บ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำเสื่อมโทรม เป็นต้น แม้กระนั้นเกษตรกรก็ควรที่จะทำการตรวจสอบและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวก่อนที่จะนำมาเพาะขยายพันธุ์ทุกครั้ง เพื่อลดการเกิดปัญหาการผสมเลือดชิดและเพิ่มแหล่งพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวที่มีคุณภาพของไทยให้มีศักยภาพด้านการผลิตเพิ่มสูงขึ้นและมีความยั่งยืนต่อไปในอนาคต

Table 3 Genetic diversity found in six populations of *L. vannamei* shrimp based on seven microsatellite loci

Locus		Population						Mean
		WH01	WH02	WH03	WH04	WH05	WH06	
CNM-MG339	N	111	111	64	83	38	53	
	n_a	4	5	6	9	12	3	7.57±3.39
	n_e	3.96	4.12	4.80	6.44	7.18	2.91	5.44±1.62
	H_o	0.95	0.85	0.75	0.82	0.84	0.45	0.78±0.17
	H_e	0.75	0.76	0.80	0.85	0.87	0.66	0.80±0.08
	I	1.38	1.49	1.68	1.98	2.15	1.08	1.72±0.39
CNM-MG479	N	124	116	76	78	40	62	
	n_a	2	6	9	10	8	5	7.43±2.94
	n_e	2.00	3.52	4.45	5.72	6.58	3.45	4.62±1.67
	H_o	0.58	0.93	0.75	0.85	0.77	0.50	0.74±0.16
	H_e	0.50	0.72	0.78	0.83	0.86	0.71	0.75±0.13
	I	0.69	1.40	1.78	1.92	1.96	1.39	1.60±0.48
Lvan0014	N	124	115	70	90	40	60	
	n_a	2	3	6	9	8	3	5.86±2.93
	n_e	1.95	2.63	4.82	3.58	4.95	2.85	3.53±1.22
	H_o	0.63	0.56	0.86	0.64	0.87	0.80	0.72±0.13
	H_e	0.49	0.62	0.80	0.72	0.81	0.65	0.69±0.12
	I	0.68	1.03	1.66	1.56	1.74	1.07	1.33±0.43
Lvan0016	N	110	111	75	87	40	56	
	n_a	3	6	7	17	14	6	10.43±5.42
	n_e	2.78	4.91	3.76	9.29	5.91	4.66	6.08±2.26
	H_o	0.18	0.86	0.48	0.55	0.62	0.50	0.53±0.22
	H_e	0.64	0.80	0.74	0.90	0.84	0.79	0.80±0.09
	I	1.06	1.68	1.54	2.43	2.11	1.66	1.87±0.48
Lvan0017	N	127	115	76	85	40	62	
	n_a	3	5	10	10	9	4	8.00±3.19
	n_e	2.44	3.92	3.75	5.81	5.54	2.08	4.31±1.54
	H_o	0.70	0.76	0.75	0.80	0.87	0.37	0.71±0.18
	H_e	0.59	0.75	0.74	0.83	0.83	0.52	0.73±0.13
	I	0.99	1.46	1.64	1.95	1.91	0.96	1.58±0.43

Table 3 Continuous

Locus		Population						Mean
		WH01	WH02	WH03	WH04	WH05	WH06	
Lvan0022	N	119	113	75	90	39	60	
	n_a	3	6	8	12	12	6	9.00±3.60
	n_e	2.79	2.69	4.01	7.94	7.45	2.87	4.65±2.43
	H_o	0.76	0.85	0.69	0.84	0.90	0.60	0.77±0.11
	H_e	0.64	0.63	0.76	0.88	0.88	0.66	0.75±0.12
	I	1.06	1.20	1.66	2.26	2.19	1.38	1.69±0.51
TUMXLv9.93	N	121	115	68	66	37	59	
	n_a	1	3	7	10	9	6	7.29±3.46
	n_e	1.00	2.51	5.31	5.22	5.52	4.04	4.05±1.83
	H_o	0.00	0.61	0.32	0.44	0.54	0.46	0.39±0.22
	H_e	0.00	0.60	0.82	0.81	0.83	0.76	0.66±0.32
	I	0.00	1.00	1.79	1.87	1.87	1.55	1.43±0.74
Mean	N	119.5	113.5	72	84	39	59	139.21
	n_a	2.57±0.98	4.86±1.35	7.57±1.51	11.00±2.83	10.29±2.36	4.71±1.38	7.94±3.36
	n_e	2.42±0.92	3.47±0.91	4.42±0.60	6.29±1.86	6.16±0.93	3.27±0.86	4.67±1.60
	H_o	0.54±0.34	0.77±0.14	0.68±0.21	0.71±0.16	0.78±0.14	0.53±0.14	0.67±0.11
	H_e	0.52±0.25	0.70±0.08	0.78±0.03	0.83±0.06	0.85±0.03	0.68±0.09	0.74±0.12
	I	0.84±0.44	1.33±0.25	1.68±0.08	2.00±0.28	1.99±0.17	1.30±0.27	1.60±0.45

Table 4 *F* statistics values across populations for each locus

Locus	F_{is}	F_{it}	F_{st}
CNM-MG339	-0.0015	+0.1263	+0.1276
CNM-MG479	-0.0363	+0.1161	+0.1470
Lvan0014	-0.0746	+0.0595	+0.1248
Lvan0016	+0.3154	+0.4200	+0.1528
Lvan0017	-0.0045	+0.1529	+0.1567
Lvan0022	-0.0517	+0.0406	+0.0877
TUMXLv9.93	+0.3753	+0.5346	+0.2549
Mean	+0.0702	+0.2098	+0.1501

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเขต 6 (สงขลา) ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำนครศรีธรรมราช โรงเพาะฟักเอกชนในจังหวัดตราดและจังหวัดปัตตานี ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณซาโตชิ คูโบตะ และเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนา การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งกระบี่ทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ในระหว่างการดำเนินการทดลอง ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการความร่วมมือทางวิชาการระหว่างไทย–ญี่ปุ่น โครงการ “การพัฒนาเทคโนโลยีด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อความมั่นคงและความปลอดภัยทางอาหารเพื่อศตวรรษหน้า” (Development of Aquaculture Technology for Food Security and Food Safety in the Next Generation)

เอกสารอ้างอิง

กัณฑ์ทีย์ เจริญทวี, สุภาวดี พุ่มพวง, อุทัยรัตน์ ณ นคร และ สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ. 2550. **ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรกุ้งก้ามกรามจากโรงเพาะฟักและธรรมชาติ**. วารสารเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 1 ฉบับที่ 1. 50-58.

จารุวรรณ ชาญณรงค์, ฮุย กอง, อัครพงษ์ สวัสดิพงษ์, ญอน ชาง และ เลิศลักษณ์ เงินศิริ. 2556. **ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการระบุพ่อแม่ลูกของประชากรกุ้งขาวปลอดเชื้อโรคภายในโรงเพาะฟัก**. *ใน:* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 สาขาวิทยาศาสตร์, สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. วันที่ 5-7 กุมภาพันธ์ 2556. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 18-25.

ทรงทรัพย์ อรุณกมล. 2552. **การใช้ *Schizochytrium limacinum* ในการอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*, Boone) และผลที่มีต่อระบบภูมิคุ้มกันและความทนทานต่อความเครียด**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 76 หน้า.

ทักขิณา เหมยคำ. 2552. **ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลาสวาย *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage 1878) จากโรงเพาะฟักในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 70 หน้า.

พนม กระจ่างพจน์ สอดศุข, สุภาพ ไพรพนาพงศ์, นิพนธ์ เสนอินทร์, ศรีรัตน์ สอดศุข และ พลชาติ ผิวเณร. 2555. **การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมโดยเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ในประชากรปลากะพงขาวจากแหล่งเพาะพันธุ์**. *Thai J. Genet.* 5(2) : 166-182.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมประมง. 2558. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2556**. เอกสารฉบับที่ 7/2558. กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 92 หน้า.

สุภาวดี พุ่มพวง. 2559. **จีโนมิกส์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำ**. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 236 หน้า

Artiles, A., I. Rodriguez, A. Perez, L. Perez and G. Espinosa. 2011. **Low genetic variability in the fifth introduction of *Litopenaeus vannamei* in Cuba, as estimated with microsatellite markers**. *Biotecnol. Aplicat.* 28:147-150.

Luvesuto, E., P. Domingues de Freitas and P. M. Galetti Junior. 2007. **Genetic variation in a closed line of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Penaeidae)**. *Genet. Mol. Biol.* 30(4): 1156-1160.

Nei, M. 1977. **F-statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations**. *Ann. Human. Genet. Ann.* 1: 225-233.

Perez-Enriquez, R., F. Hernandez-Martinez and P. Cruz. 2009. **Genetic diversity status of white shrimp *Penaeus* (*Litopenaeus*) *vannamei* broodstock in Mexico**. *Aquaculture* 297:44-50.

Schuelke, M. 2000. **An economic method for the fluorescent labeling of PCR fragments**. *Nature. Biotech.* 18:233-234.

Taggart, J. B., R. A. Hynes, P. A. Prodohl and A. Ferguson. 1992. **A simplified protocol of routine total DNA isolation from salmonid fishes**. *J. Fish. Biol.* 40:963-965.

Takezaki, N., M. Nei and K. Tamura. 2014. **POPTREEW: Web version of POPTREE for constructing population tree from allele frequency data and computing some other quantities**. *Mol. Biol. Evol.* 3 pp.

Valles-Jimenez, R., P. Cruz and R. Perez-Enriquez. 2005. **Population Genetic Structure of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from Mexico to Panama: Microsatellite DNA Variation**. *Mar. Biotechnol.* 6:475-484.

Weber, J. L. and C. Wong. 2003. **Mutation of human short tandem repeats**. *Hom. Mol. Genet.* 2: 1123 – 1128.

Wright, S. 1978. **Evolution and the Genetics of Populations**. Vol.4: Variability within and among Natural Populations. Chicago: University of Chicago Press.

การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลา ของความหนาแน่น ขนาด และน้ำหนักของปลิงหัวมันเทศ *Acudina molpadioides* (Semper, 1868) บริเวณแหลมงอบ จังหวัดตราด

Spatial and Temporal Variations of Density, Size and Weight of Sea Potato *Acudina molpadioides* (Semper, 1868) in Laem ngob area, Trat Province

ศุภกร ตันศิริ[1*] นิติพัฒน์ บุญส่ง[1] นภาขวัญ แหวนเพชร[1] และจิตติมา อายุตตะกะ[1]

Supakorn Tansiri[1*], Nitipat Boonsong[1], Naphakhwan Whanpetch[1] and Chittima Ayuthaka[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของปลิงหัวมันเทศ โดยวางแผนการศึกษาแบบสุ่มสำรวจเก็บตัวอย่างปลิงหัวมันเทศด้วยเครื่องมือคราด บริเวณแหลมงอบ จังหวัดตราด จำนวน 8 ครั้ง ครั้งละ 6 สถานี สถานีละ 2 ซ้ำ แบ่งออกเป็น 3 ช่วงมรสุม คือ ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และช่วงไม่มีลมมรสุม นับจำนวน วัดขนาด และ ชั่งน้ำหนักเปียกและแห้งของปลิงหัวมันเทศ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของปลิงหัวมันเทศทั้ง ความหนาแน่น (0.66±0.13 - 11.89±2.21 ตัวต่อตารางเมตร) ขนาดคือ ความกว้าง (3.17±0.02 - 3.89±0.03 เซนติเมตร) และความยาว (8.91±0.59 - 11.32±0.87 เซนติเมตร) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาของปลิงหัวมันเทศทั้ง ความหนาแน่น (2.82±2.54 - 4.18±4.01 ตัวต่อตารางเมตร) และขนาดคือ ความกว้าง (3.21±0.24 - 3.71±0.33 เซนติเมตร) และความยาว (9.17±0.97 - 10.69±0.95 เซนติเมตร) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ABSTRACT

Study on spatial and temporal variations of sea potato by randomized design in Laem ngob area, Trat Province were determined using the collection of sea potato samples by dredging 8 in the total times. Six stations of samples were collected in duplicate. Samples collection were divide in 3 monsoon periods; northeast monsoon, southwest monsoon and non-monsoon. Sea potato samples were measured total number, width length, wet and dry weight. Environment information were collected and analyzed. The result demonstrated that the spatial variation in density (0.66±0.13 - 11.89±2.21 individual/m^2) size with body width length (3.17±0.02 - 3.89±0.03 centimeter) and total length (8.91±0.59 -11.32±0.87 centimeter) has significantly different ($p<0.05$). But the temporal variation of sea potato in density (2.82±2.54 - 4.18±4.01 individual/m^2) and size with body width length (3.21±0.24 - 3.71±0.33 centimeter) and total length (9.17±0.97 - 10.69±0.95 centimeter) has no significantly different ($p>0.05$)

Key words: Spatial and Temporal changes, sea potato, Trat province

*** Corresponding author e-mail address;** Supakorn_bt@outlook.com

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Since, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ปลิงทะเล (sea cucumbers) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง พบได้ทั่วไปในเขตแนวชายฝั่งทะเล บทบาทของปลิงทะเลในระบบนิเวศ คือ เป็นผู้ย่อยสลาย (decomposer) สารอินทรีย์ในตะกอนดินให้มีขนาดเล็กลงในสายใยอาหาร (food web) และปลดปล่อยธาตุอาหารสู่วงจรอาหารในธรรมชาติ ปลิงทะเลนับว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของหลายประเทศในมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ โดยนำมาทำอาหารที่ให้โปรตีนสูง (สมชัย และ นลินี, 2543) บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมงอบ จังหวัดตราด พบปลิงทะเลชนิดหนึ่งที่มีปริมาณความหนาแน่นสูงแต่ไม่เป็นที่สนใจของทั้งนักวิจัยและชาวประมงมากนัก ปลิงทะเลชนิดนั้น คือ ปลิงหัวมันเทศ (*Acudina molpadioides*) ลักษณะเด่น คือ ผิวเรียบ สีน้ำตาลชมพู พบแพร่กระจายในบริเวณพื้นอาศัยที่ค่อนข้างเป็นดินโคลน สามารถพบได้ในบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด คนไทยไม่นิยมนำมาประกอบอาหาร แต่ในเกาะลังกาวี ประเทศมาเลเซียซึ่ง เรียกปลิงทะเลชนิดนี้ว่า โบรน็อก (Bronok) ถือเป็นอาหารขึ้นชื่อ ชาวบ้านจะนำ โบรน็อก นี้ ไปทำสลัดเป็นเมนูอันเรื่องชื่อของเกาะลังกาวี เรียกว่า เคราบู โบรน็อก (Kerabu Bronok) (Norashikin, 2015)

บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมงอบ จังหวัดตราด เป็นพื้นที่ที่อยู่ระหว่างเกาะช้างและแผ่นดินจังหวัดตราด ซึ่งมีนักท่องเที่ยวสนใจท่องเที่ยวบริเวณเกาะช้างในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก บริเวณแหลมงอบนี้ได้รับอิทธิพลของลมมรสุม 2 ช่วง คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม มรสุมนี้จะนำมวลอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและฝนชุกทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามบริเวณชายฝั่งทะเล และ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดผ่านประเทศไทยประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มรสุมนี้จะพัดพาเอามวลอากาศเย็น และแห้งเข้ามาปกคลุมประเทศไทย ทำให้ท้องฟ้าโปร่ง อากาศหนาวเย็น และแห้งแล้ง ภาคใต้และภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะมีฝนตกชุกเนื่องจากมรสุมนี้นำความชุ่มชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม (วิรัช, 2538) การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของปลิงหัวมันเทศ ทั้งจำนวนตัว ความหนาแน่น ขนาด น้ำหนัก และปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงมรสุมและสถานีสำรวจ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ประโยชน์และการวางแผนบริหารจัดการทรัพยากร เนื่องจากปลิงทะเลชนิดนี้มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์และทำการประมงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ทำการศึกษา

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของความหนาแน่น ขนาด และน้ำหนักของปลิงหัวมันเทศ บริเวณแหลมงอบ จังหวัดตราด จำนวน 6 สถานี (Figure 1) โดยทำการเก็บตัวอย่างปลิงหัวมันเทศทุก ๆ 1 เดือนครึ่ง แบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่ 1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนพฤษภาคม - เดือนตุลาคม ช่วงที่ 2 มรสุม

ตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนพฤศจิกายน - เดือนมกราคม ช่วงที่ 3 ช่วงไม่มีมรสุม เดือนกุมภาพันธ์ - เดือนเมษายน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงเวลา รวมเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 ครั้ง

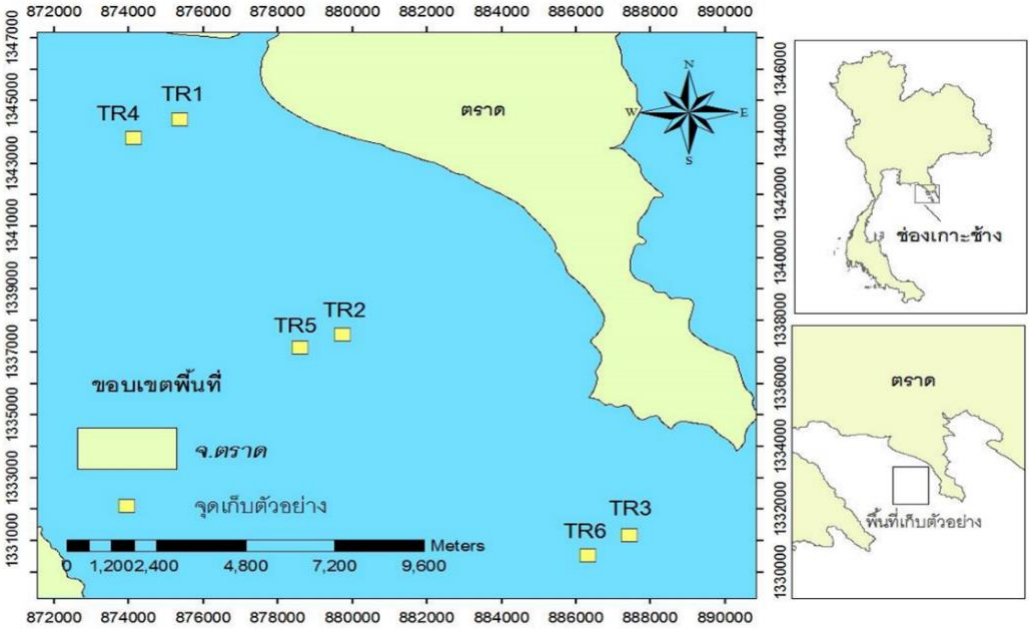


Figure 1 Location of sampling stations in Leam ngob area, Trat Province

การศึกษาการการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของปลิงหัวมันเทศ

การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของความหนาแน่น ขนาด และน้ำหนักของปลิงหัวมันเทศ บริเวณชายทฝั่งทะเลแหลมงอบ ศึกษาโดยวางแผนการศึกษาแบบสุ่มสำรวจ ใช้เครื่องมือคราดหอยลายขนาด 18 เซนติเมตร ×160 เซนติเมตร ×100 เซนติเมตร คราดสุ่มในบริเวณสถานีที่กำหนดทั้ง 6 สถานี จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที ใช้ความเร็วเรือคงที่10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จดบันทึกตำแหน่ง GPS ก่อนและหลังทำการคราดทุกครั้ง นับจำนวนปลิงหัวมันเทศที่ได้จากการคราดทั้งหมดและสุ่มปลิงหัวมันเทศที่ได้จากการคราดสถานีละ 15 ตัว นำมาวัดขนาด ความกว้าง ความยาว และชั่งน้ำหนักเปียก จดบันทึก และทำซ้ำจนกว่าจะครบทั้ง 6 สถานี รวมจำนวนปลิงหัวมันเทศแต่ละสถานีเป็นจำนวน 30 ตัว นำปลิงหัวมันเทศทั้งหมดไปอบให้แห้งในตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะแห้ง แล้วนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้งและจดบันทึก

การเก็บข้อมูลด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อม

เก็บข้อมูลด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เช่น ความลึกของน้ำทะเล ความโปร่งแสงของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ความเค็ม ค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยใช้เครื่องมือมาตรฐานในการเก็บข้อมูลนั้น ๆ (Depth meter, YSI multiparameter) จดบันทึกค่าที่ได้และนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของปลิงหัวมันเทศ

จากการศึกษาทั้ง 3 ช่วงเวลาคือ ช่วงที่ 1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนพฤษภาคม - เดือนตุลาคม ช่วงที่ 2 มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนพฤศจิกายน - เดือนมกราคม และช่วงที่ 3 ช่วงไม่มีมรสุม เดือนกุมภาพันธ์ - เดือนเมษายน พบว่า ปลิงหัวมันเทศมีความแตกต่างเชิงพื้นที่ (6 สถานี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งความหนาแน่น (0.66±0.13 - 11.89±2.21 ตัวต่อตารางเมตร) น้ำหนักเปียก (45.81±12.84 – 114.85±6.47 กรัม) น้ำหนักแห้ง(3.42±0.68 – 7..27±0.85 กรัม) และขนาดตัวของปลิงหัวมันเทศ ความกว้าง (3.17±0.02 - 3.89±0.03 เซนติเมตร) และความยาว (8.91±0.59 -11.32±0.87 เซนติเมตร) (Figure 2A, 3A, 4A) โดยสถานีที่ 1 มีความหนาแน่น น้ำหนัก และขนาดมากและโตที่สุด ซึ่งตรงข้ามกับสถานีที่ 2 และ 5 ที่มีความหนาแน่น น้ำหนัก และขนาดตัวน้อยที่สุด ในทางตรงกันข้าม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ในการเปลี่ยนแปลงเชิงเวลา (ช่วงมรสุม) ของปลิงหัวมันเทศทั้งความหนาแน่น (2.82±2.54 - 4.18±4.01 ตัวต่อตารางเมตร) น้ำหนักเปียก (66.32±19.39 – 89.90±14.86 กรัม) น้ำหนักแห้ง (4.17±0.81 – 4.74±0.86 กรัม) และขนาดตัวโดยความกว้างคือ (3.21±0.24-3.71±0.33 เซนติเมตร) และความยาวคือ (9.17±0.97 - 10.69±0.95 เซนติเมตร) (Figure 2B, 3B, 4B)

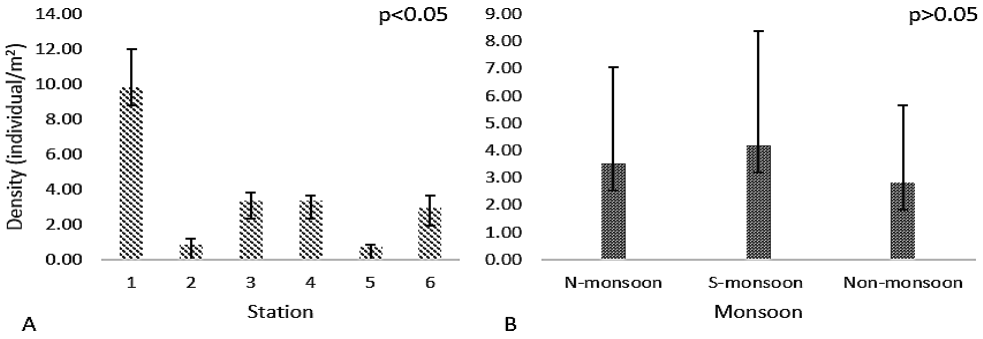


Figure 2 Comparison on average density of sea potato in study area. A: Different in stations, B: Different in monsoon. N-monsoon and S-monsoon indicate Northeast monsoon and Southwest monsoon

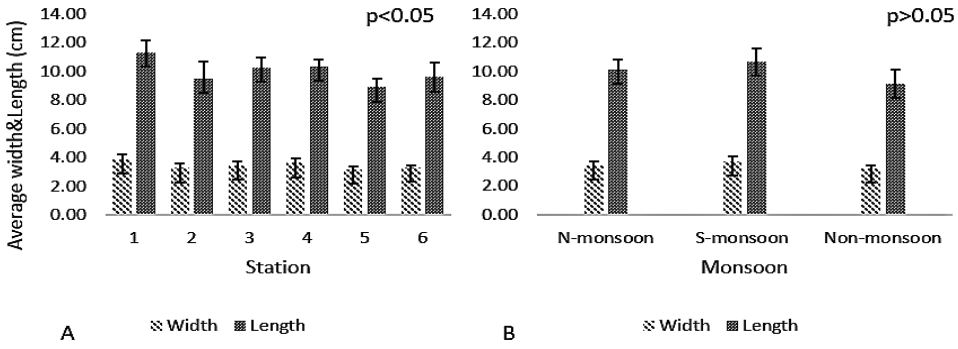


Figure 3 Comparison on average width and length of sea potato in study area. A: Different in stations, B: Different in monsoon. N-monsoon and S-monsoon indicate Northeast monsoon and Southwest monsoon

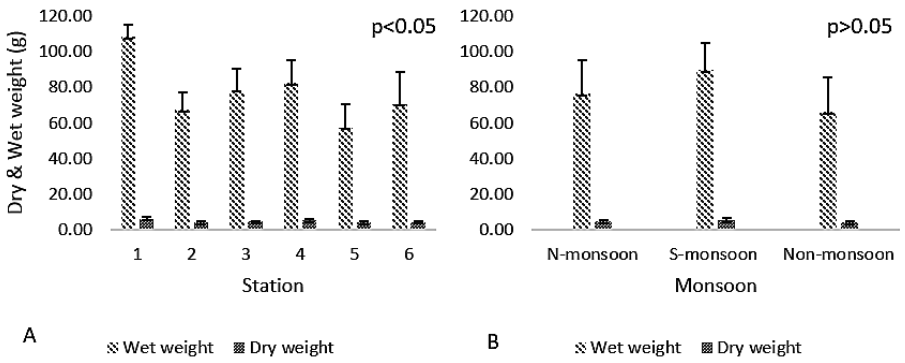


Figure 4 Comparison on average wet and dry weight of sea potato in study area. A: Different in stations, B: Different in monsoon. N-monsoon and S-monsoon indicate Northeast monsoon and Southwest monsoon

การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพเชิงพื้นที่และเวลา

ข้อมูลปัจจัยสิ่วแวดล้อมทางกายภาพในบริเวณพื้นที่ศึกษามีความผันแปรทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา (Table 1, 2) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อยู่ในช่วง 3.73±1.20 – 6.54±0.74 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เปลี่ยนแปลงตามเวลาซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำอยู่ในช่วง 4.55±0.89 – 5.41±00.75 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิของน้ำ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งในการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาซึ่งอุณหภูมิของน้ำอยู่ในน้ำอยู่ในช่วง 29.55±0.61 – 31.75±1.20 องศาเซลเซียส สำหรับความเค็ม มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับอุณหภูมิของน้ำ คือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ความเค็มอยู่ในช่วง 27.40±3.88 – 32.70±0.07 PSU ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งในการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลา ความเค็มของน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่ในช่วง 27.40±3.88 - 32.70±0.07 PSU

Table 1 The variation of physical parameters in different station in the study area.

Physical parameter Mean ± S.D.		DO (mg/L)	Temperature^{ns} (°C)	Salinity^{ns}(PSU)
Station	1	6.26±0.80^{a}	29.80±0.57	29.50±0.71
	2	4.71±1.56^{ab}	29.85±1.20	30.75±0.49
	3	5.07±1.70^{ab}	30.25±1.63	30.50±0.64
	4	5.26±0.74^{ab}	30.65±0.64	30.10±0.71
	5	3.47±0.59^{b}	30.25±1.20	30.75±0.53
	6	4.71±0.35^{ab}	30.45±1.63	30.75±0.67

Station	1	6.54±1.08[a]	30.05±1.24	27.65±3.68
	2	5.13±0.49[ab]	29.80±0.73	28.03±2.83
	3	5.41±1.20[ab]	29.55±0.61	28.55±2.37
	4	6.03±0.68[ab]	29.83±1.23	27.48±5.31
	5	4.61±0.86[b]	29.83±0.99	27.40±3.88
	6	4.74±0.41[ab]	29.73±0.82	29.18±2.42
Station	1	6.05±0.24[a]	31.00±0.57	32.35±0.25
	2	3.81±0.08[ab]	30.95±1.06	32.45±0.11
	3	4.99±0.28[ab]	31.00±0.99	32.50±0.14
	4	4.54±0.23[ab]	31.75±1.20	32.70±0.07
	5	3.73±0.10[b]	31.25±1.20	32.55±0.11
	6	4.03±0.29[ab]	31.00±0.99	32.50±0.14

Table 2 The variation of physical parameters in different monsoon in the study area.

Physical parameter Mean ± S.D.	DO[ns] (mg/L)	Temperature[ns] (°C)	Salinity[ns](PSU)
Northeast monsoon	4.96±0.83	30.25±0.28	30.37±0.49
Southwest monsoon	5.41±0.75	29.75±0.11	28.05±0.11
Non-monsoon	4.53±0.89	31.16±0.31	32.51±0.12

การศึกษาครั้งนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงเชิงเวลา (ลมมรสุม) ไม่มีผลต่อทั้งความหนาแน่น ขนาดและน้ำหนักของปลิงหัวมันเทศ แต่การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ (สถานี) ส่งผลต่อทั้งความหนาแน่น ขนาด ความกว้าง ความยาว น้ำหนักเปียก และน้ำหนักแห้งของปลิงหัวมันเทศ โดยมีความสอดคล้องไปกับค่าการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ โดยเฉพาะค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีความผันแปรในเชิงพื้นที่ (สถานี) และไม่มีความแตกต่างกันในช่วงของเวลา (ลมมรสุม) ที่เปลี่ยนแปลงไป แต่จากการศึกษาพบว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำสูงที่สุด ค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำนี่เอง มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิด เพราะถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ เพื่อก่อให้เกิดพลังงานจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโต และแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในทะเล ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำสูงที่สุดเนื่องมาจาก มีฝนตกมากกว่าช่วงอื่น ๆ ของปี (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) ทำให้อุณหภูมิของน้ำต่ำ ออกซิเจนจึงละลายลงสู่น้ำได้ดีกว่า ในช่วงอื่น ๆ ของปี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ประเทือง (2534)กล่าวว่า การละลายของออกซิเจนอยู่ในช่วง 14.6 มิลลิกรัมต่อ

ลิตร ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ 7.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพความกดดัน 1 บรรยากาศ ประกอบกับมีลมพัดแรง กระแสลมที่พัดผ่านผิวน้ำทำให้ออกซิเจนจากบรรยากาศละลายในน้ำได้ดีขึ้นด้วย (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดตราด (เดือนมิถุนายน – เดือนสิงหาคม) จะมีฝนตกมากที่สุดของปีปริมาณน้ำฝนระหว่าง 600-1000 มิลลิลิตร (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) ปริมาณฝนที่ตกลงมานอกจากจะส่งผลต่ออุณหภูมิของน้ำแล้ว ยังส่งผลต่อความเค็มของน้ำทำให้มีความเค็มต่ำลง คือ 28.05 PSU ซึ่งต่ำกว่าค่าความเค็มในช่วงไม่มีลมมรสุม 32.51 PSU ค่าความเค็มที่ต่างกัน 4.46 PSU เป็นการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างช้า ๆ ตามรอบมรสุมและปริมาณของน้ำฝนกับน้ำที่ไหลลงมาจากแผ่นดินหรือปากแม่น้ำลงสู่ทะเล สัตว์น้ำทั่ว ๆ ไปจึงสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพความเค็มของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปได้ (ไมตรี, 2526) นอกจากนี้ฝนที่ตกมากในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ยังช่วยชะล้างเอาธาตุอาหารต่าง ๆ จากแผ่นดินและไหลลงทะเลทำให้ในทะเลมีธาตุอาหารต่าง ๆ มากขึ้นย่อมส่งผลต่อการแพร่กระจาย ความหนาแน่น ขนาดและน้ำหนัก ของปลิงหัวมันเทศให้มีการเจริญเติบโตมากขึ้นในอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของปลิงหัวมันเทศในบริเวณที่ศึกษาคือสถานีที่ 1 และสถานีที่ 4 ซึ่งเป็นสถานีใกล้ฝั่ง (แผ่นดิน) มีความหนาแน่น ขนาด และน้ำหนักตัวของปลิงหัวมันเทศมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานีอื่น อีกทั้งยังเป็นสถานีที่มีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมากที่สุดด้วยเช่นกันและเนื่องจากปลิงหัวมันเทศเป็นสัตว์ทะเลที่มีการกินอาหารแบบกินสารอินทรีย์บริเวณพื้นทะเล(สุเมตต์, 2551) การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมเรื่องปริมาณสารอินทรีย์และขนาดตะกอนดินจึงจะมีการศึกษาในลำดับต่อไปเพื่อสนับสนุนข้อเท็จจริงของปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของปลิงหัวมันเทศ ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้ทั้งปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ลักษณะพื้นที่ที่อาศัย ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเพาะเลี้ยงและส่งส่งผลต่อการบริหารจัดการทรัพยากรปลิงหัวมันเทศได้ในอนาคต

สรุป

ความแตกต่างและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ (สถานี) มีผลต่อความหนาแน่น ขนาดทั้งความกว้าง ความยาว น้ำหนักเปียก น้ำหนักแห้งและการแพร่กระจาย แต่การเปลี่ยนแปลงตามเวลา (มรสุม) ไม่มีผลต่อความหนาแน่ ขนาด ทั้งความกว้าง ความยาว น้ำหนักเปียก น้ำหนักแห้ง และการแพร่กระจาย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องนิเวศวิทยาระดับประชากรของหอยลาย (Paphia undulata(Born, 1778) ชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิง

ประเทือง เชาว์วันกลาง. **คุณภาพน้ำทางการประมง**. วิยาเขตลำปาง, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. ลำปาง. 91 หน้า

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง**. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17-93 หน้า.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2526. **คุณสมบัติของน้ำกับการเลี้ยงปลา**. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 1-23 หน้า.

วิรัช มณีสาร, เรือโท. 2538 **ลักษณะภูมิประเทศและลักษณะอากาศตามฤดูกาลของภาคต่าง ๆ ในประเทศไทยเอกสารวิชาการเลขที่ 551.582-02-2538**

ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. 2557. **รายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเลขที่ 551.582-02-2537**

สมชัย บุศราวิช และ นลินี ทองแถม. 2543. การประมงและการค้าปลิงทะเลในประเทศไทย. **วารสารการประมง** 53(2): 161–167.

สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2551. **ตัวอย่างปลิงทะเลในพิพิธภัณฑ์สัตว์และพืชทะเล สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชาย**เลน. เอกสารเผยแพร่ กลุ่มพิพิธภัณฑ์และสถานแสดงพันธุ์สัตว์และพืชทะเล ลำดับที่ 6 สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

Norashikin, I. 2015. **Juadah eksotik di Pulau Langkawi**. Kedah. Source: http://m.utusan.com.my/berita/wilayah/kedah/juadah-eksotik-di-pulau-langkawi-1.78963, July 2, 2015

การมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้าน บ้านหนองมะจับ จังหวัดเชียงใหม่

People's participation in Village Fishery Management in Ban Nongmajub, Chiangmai

ดารชาต์ เทียมเมือง[1*] และ เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน[1]

Daracha Thiammueang[1*] and Kriangsak Mengamphan[1]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสังคมและเศรษฐกิจกับการมีส่วนร่วมของชุมชนกับการจัดการประมงหมู่บ้าน บ้านหนองมะจับ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปัญหาและอุปสรรค รวมทั้งระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้าน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์เชิงลึก ผลการศึกษาพบว่า ชาวบ้านส่วนใหญ่มีส่วนร่วมอยู่ในระดับด้านการวางแผนปฏิบัติ ด้านการปฏิบัติ และด้านการรับผลประโยชน์ของกิจกรรมอยู่ในระดับปานกลาง แต่ด้านการประเมินผลอยู่ในระดับต่ำ โดยภาพรวมของระดับการมีส่วนร่วมของชาวบ้านกับกิจกรรมประมงหมู่บ้านอยู่ในระดับปานกลาง การทดสอบความสัมพันธ์พบว่า เพศ และอาชีพเท่านั้นที่ความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้านอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และความรู้ความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรประมงมีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้านอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ABSTRACT

This research aimed to study the relationship among socio-economics factors and people's participation in village fishery management in Ban Nongmajub, Sansai district, Chiangmai province, including identify problems and obstacles as well as the level of participation in village fishery management through using questionnaires and in-depth interview methods. The results showed that the level of people's participation in village fishery management was in the moderate level in term of planning, acting and beneficiaries while participation on assessment was low. The overall people's participation in village fishery management was in the moderate level. The results of statistical hypothesis testing showed that sex and occupation significantly correlated with the level of participation in village fishery management ($P<0.05$). The knowledge of people on environment and fishery resources highly significant correlated with the village fishery management's participation ($P<0.01$).

Key Words: people's participation, village fishery pond, fishery management

* Corresponding author; e-mail address: daracha@mju.ac.th

[1] คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[1] Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiangmai 50290

คำนำ

วิถีชีวิตของชาวไทยที่อาศัยอยู่ในภูมิภาคทางตอนเหนือของประเทศ ทรัพยากรประมงจากแหล่งน้ำจืดนับเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญเนื่องจากภูมิประเทศไม่มีอาณาเขตติดกับทะเล แต่ปัจจุบันทรัพยากรประมงจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณลดน้อยลง สาเหตุเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง พื้นที่เกิดปัญหาภัยแล้งอย่างต่อเนื่อง ปัญหาแหล่งน้ำเน่าเสียจากการปล่อยน้ำทิ้งของครัวเรือน หรือการเกษตรและอุตสาหกรรม ทำให้ทรัพยากรประมงเสื่อมโทรมลง แหล่งน้ำที่เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำลดน้อยลง แต่ความต้องการบริโภคสัตว์น้ำยังคงมีอย่างต่อเนื่องและเพิ่มสูงขึ้นเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้น แหล่งน้ำในจังหวัดเชียงใหม่จากที่มีปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำจืดจากการจับจากธรรมชาติและการเพาะเลี้ยง 13,528 ตัน คิดเป็นมูลค่า 490.53 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2549 ลดลงเหลือเพียง 6,980 ตัน มูลค่า 326.48 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2553 (กรมประมง, 2555) การส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำทดแทนการจับจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และ “โครงการประมงหมู่บ้าน” เป็นหนึ่งกิจกรรมที่กรมประมงได้ดำเนินการตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 (พ.ศ.2525-2529) เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนอาหารโปรตีนประเภทปลาให้แก่ราษฎรในชนบท โดยมีรูปแบบคือใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำสาธารณะในชุมชนเพื่อการเลี้ยงปลาควบคู่กับการทำการเกษตรอื่นๆ (กองวิศวกรรมประมง, ม.ป.ป.) และได้ดำเนินการเรื่อยมาจวบจนปัจจุบัน จึงมีแนวคิดเพื่อศึกษาถึงรูปแบบและการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนในการจัดการประมงหมู่บ้านในพื้นที่บ้านหนองมะจับ ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้าน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาให้โครงการประมงหมู่บ้านดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง คนในชุมชนมีสัตว์น้ำเพื่อการบริโภคได้อย่างยั่งยืน และเป็นแนวทางในการจัดการประมงหมู่บ้านสำหรับพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยคำถามปลายปิด (close-ended question) และคำถามปลายเปิด (open-ended question) แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป สถานภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ

ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรประมง

ตอนที่ 3 บทบาทการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้าน

ตอนที่ 4 ปัญหาและอุปสรรค ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการประมงหมู่บ้าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล รวมทั้งสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมประมงหมู่บ้าน (key informant) ที่อาศัยอยู่ในบ้านหนองมะจับ ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งหมด 78 คน โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ Yamane (1973) จากประชากรทั้งหมด 354 คน (เทศบาลตำบลแม่แฝก, 2558) และระดับความคลาดเคลื่อนร้อยละ 90

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative analysis) ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปทางสังคมและเศรษฐกิจวิเคราะห์โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับข้อมูลความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรประมง บทบาทการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้านนั้นกำหนดเป็นคะแนน เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่างๆ กับระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้านด้วยวิธีการของเพียร์สันโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิต

2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative analysis) ได้แก่ ข้อมูลวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนในชุมชน ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรประมงจากการสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์ด้วยบริบทและเนื้อหา ความสอดคล้องของเนื้อหา เหตุและผลเพื่อนำมาสรุปผล

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ข้อมูลทางสังคมและเศรษฐกิจของชุมชนบ้านหนองมะจับ

ชาวบ้านบ้านหนองมะจับส่วนใหญ่เฉลี่ยแล้วเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 65.4) เพศชาย (ร้อยละ 34.6) มีอายุเฉลี่ย 58 ปี โดยมีอายุสูงสุด 80 ปี และอายุต่ำสุด 26 ปี ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 71.8 ด้านสถานภาพทางครอบครัวส่วนใหญ่มีสถานะสมรสแล้ว (ร้อยละ 78) โดยแต่ละครัวเรือนมีสมาชิกเฉลี่ยครัวเรือนละ 3 คน ด้านสถานะทางสังคม ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 76.9) เป็นราษฎรที่ไม่ได้มีบทบาทในการเป็นกรรมการหมู่บ้านหรือกรรมการกลุ่มต่างๆ เช่น กลุ่มประมงหมู่บ้านที่เกษตรกรมีการรวมกลุ่มกันเลี้ยงปลาเพื่อสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน กลุ่มเกษตรกรป่าไม้ชุมชน ชาวบ้านในชุมชนร้อยละ 62.8 ประกอบอาชีพด้านการเกษตร ได้แก่ ทำนา ทำสวน ปลูกผัก ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 60.3) มีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรประมง

ผลการศึกษาด้านความรู้ความเข้าใจในทรัพยากรประมง แบ่งการทดสอบความรู้ออกเป็น 2 ด้าน เพื่อต้องการประเมินความความรู้และความเข้าใจของชาวบ้านในประเด็นแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม และประเด็นทรัพยากรประมงที่สอดคล้องกับการทำประมงหมู่บ้าน พบว่า ชาวบ้านบ้านหนองมะจับมีความรู้ความเข้าใจที่คะแนนเฉลี่ย 4.63 และ 4.04 (จาก 5 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 92.6 และ 80.8 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าชาวบ้านมีความรู้ความเข้าใจในระดับสูงทั้งด้านแหล่งน้ำ สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรประมงเป็นอย่างดีมาก โดยเฉพาะประเด็นเรื่องความสำคัญสิ่งแวดล้อมและการดูแลรักษาแหล่งน้ำ ได้แก่ ถ้าตัดไม้ทำลายป่าต้นน้ำ จะส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำในช่วงหน้าแล้งและน้ำท่วมในช่วงน้ำหลาก การสร้างฝายชะลอน้ำจะทำให้มีน้ำใช้เพื่อการเกษตรมากขึ้น มีความเข้าใจในกิจกรรมที่จะส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำและสัตว์น้ำ เช่น การมีวัชพืชและพืชน้ำในแหล่งน้ำมาก ประเด็นเรื่องกิจกรรมทางการเกษตร เช่น ใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงส่งจะผลเสียต่อแหล่งน้ำและสัตว์น้ำก็จะเป็นอันตรายต่อแหล่งน้ำ ด้านทรัพยากรประมงนั้น ชาวบ้านส่วนใหญ่ (ร้อยละ 88.5) มีความเข้าใจว่าทุกคนสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำและทรัพยากรประมงได้ตามต้องการตลอดเวลา ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องเนื่องจากมีการประกาศจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในเรื่อง ห้ามจับสัตว์น้ำในบางช่วงฤดูกาล (วันที่ 16 พฤษภาคม - 15 กันยายน ของทุกปี) เพื่อเป็นการอนุรักษ์พันธุ์ เปิดโอกาสให้สัตว์น้ำได้วางไข่และเลี้ยงตัวอ่อน โดยห้ามมิให้ผู้ใดทำการประมงด้วยเครื่องมือทำการประมงหรือด้วยวิธีใดๆ ในที่จับสัตว์น้ำใน

พื้นที่น้ำจืด ยกเว้นเครื่องมือที่ได้รับอนุญาตให้ทำการประมงได้ เช่น เบ็ด สวิง ช้อน ไซ เป็นต้น (กรมประมง, 2548) สาเหตุเนื่องมาจากอาชีพหลักของคนในชุมชนบ้านหนองมะจับคือ เกษตรกรทำสวนผลไม้และปลูกผัก และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยจะทำการประมงในแหล่งน้ำธรรมชาติเมื่อมีเวลาว่างจากการทำการเกษตรเท่านั้น นอกจากนี้ชาวบ้านส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ ร้อยละ 80 มีความเข้าใจว่าการลดลงของทรัพยากรประมงมีผลจากการกระทำของมนุษย์ เช่น น้ำทิ้งจากบ้านเรือนและจากการเกษตร และกิจกรรมทางการเกษตรเช่น ใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงส่งผลเสียต่อแหล่งน้ำและสัตว์น้ำก็จะเป็นอันตรายต่อแหล่งน้ำ

Table 1 Score of knowledge in environment and fishery resources

Question	Mean±S.D
Water resources and environment	4.63±0.61
Fisheries resources	4.04±0.81

บทบาทการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้าน

ในพื้นที่ชุมชนบ้านหนองมะจับ จังหวัดเชียงใหม่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบเชิงเขา มีคลองชลประทานและมีแม่น้ำปิงไหลผ่านซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญสำหรับใช้ในการเกษตร และอาชีพหลักของประชากรคือ เกษตรกรรม รวมทั้งมีการขุดบ่อเลี้ยงปลาตามพื้นที่เกษตรของแต่ละครัวเรือน ซึ่งแนวความคิดของกิจกรรมประมงหมู่บ้านริเริ่มในปี พ.ศ. 2542 โดยผู้นำชุมชนเล็งเห็นถึงความเหมาะสมของพื้นที่สาธารณะที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์มาก่อประโยชน์กับชุมชน จึงได้ของบประมาณจากรัฐมาขุดเป็นบ่อปลาของชุมชน และปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำลงในบ่อปลา เลี้ยงจนได้ขนาดที่ต้องการ นำไปจำหน่ายก่อเกิดเป็นรายได้ของชุมชน เช่น ปลาตะเพียน ปลานิล ปลาบึก ฯลฯ ซึ่งเป็นการดำเนินงานในรูปแบบเดียวกับโครงการประมงหมู่บ้านที่กรมประมงได้ส่งเสริมมาตั้งแต่อดีต ที่รัฐช่วยสนับสนุนงบประมาณในการสร้าง ปรับปรุงแหล่งน้ำให้มีศักยภาพที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตในท้องถิ่น เป็นแหล่งผลิตอาหารโปรตีนให้แก่ชุมชน โดยมีเจ้าหน้าที่ของกรมประมงและหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องให้คำแนะนำด้านวิชาการ ให้คนในชุมชนนั้นมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน (กองวิศวกรรมประมง, ม.ป.ป.)

ปัจจุบันบ้านหนองมะจับมีบ่อปลาชุมชนทั้งหมด 5 บ่อ กระจายตัวรอบหมู่บ้านที่แบ่งออกเป็นหมวด (กลุ่มย่อยของครัวเรือนที่ตั้งอยู่ใกล้ๆ กัน) โดยให้แต่ละหมวดดำเนินการจัดสรรแบ่งหน้าที่ในการบริหารจัดการบ่อปลาประจำหมวดกันเอง ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้าน โดยแบ่งการมีส่วนร่วมเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการวางแผนปฏิบัติ ด้านการปฏิบัติ ด้านการประเมิน และด้านรับผลประโยชน์ พบว่า ชาวบ้านส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในด้านการวางแผน ด้านการปฏิบัติ และด้านการรับผลประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่การมีส่วนร่วมของชาวบ้านในการประเมินผลการปฏิบัติอยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละด้านนั้นพบว่า ชาวบ้านมีส่วนร่วมด้านการวางแผนโดยการเข้าร่วมประชุมมากที่สุด ร้อยละ 15.4 เนื่องจากในแต่ละเดือนมีการประชุมหมู่บ้านเพื่อแจ้งข้อมูลข่าวสารที่เกิดขึ้นในชุมชน โดยรวมการประชุมกิจกรรมการเลี้ยงปลาในบ่อชุมชนในการประชุมหมู่บ้านเข้าด้วยกัน จึงทำให้ชาวบ้านมีส่วนร่วมในด้านนี้ถี่กว่าอื่นๆ แต่ทั้งนี้ส่วนใหญ่ของคนในชุมชนจะเข้าร่วมประชุมเพื่อรับรู้ข่าวสารเท่านั้น มีส่วนน้อยที่ร่วมอภิปรายหรือเสนอความคิดเห็นในที่ประชุม สำหรับการมีส่วนร่วมด้านการปฏิบัติกิจกรรมประมงหมู่บ้านนั้น ชาวบ้านจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการซื้อขายสัตว์น้ำมากกว่าด้านอื่นๆ เช่น การเตรียมบ่อ การให้อาหารระหว่างการเลี้ยง การตรวจสุขภาพสัตว์น้ำและ

คุณภาพน้ำ หรือการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งสาเหตุที่มีชาวบ้านเข้าร่วมนั้นเนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ไม่จำเป็นต้องใช้ทักษะในด้านการเลี้ยงปลาก็สามารถทำได้ ด้านการมีส่วนร่วมด้านรับผลประโยชน์นั้นส่วนใหญ่ชาวบ้านได้รับประโยชน์จากการรับแจกพันธุ์ลูกปลา และได้รับคำปรึกษาด้านการเลี้ยงสัตว์น้ำจากเจ้าหน้าที่รัฐมากกว่าด้านอื่น (Table 1) สอดคล้องกับที่โยธิน (2544) ศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการทำนบปลาประจำหมู่บ้านในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการจัดการทำนบปลาของงานวิจัยนี้มีรูปแบบที่ใกล้เคียงกับการจัดการประมงหมู่บ้านมะจับที่ประกอบด้วย การเตรียมแหล่งน้ำ ปล่อยพันธุ์ปลา ดูแลให้อาหาร และจัดสรรผลประโยชน์ภายในหมู่บ้านและพบว่าประชาชนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมอยู่ในระดับปานกลาง และต้องเป็นกิจกรรมที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องจึงจะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชน และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาการมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้านทรัพยากรประมงของประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่จะพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางทั้งสิ้น เช่น การมีส่วนร่วมของประชานชนในการอนุรักษ์สัตว์น้ำในแม่น้ำปิง อำเภอจอมทองอยู่ในระดับปานกลาง (สุฤทธ์และคณะ, 2552) หรือการมีส่วนร่วมการจัดการลุ่มแม่น้ำตาช้างของเกษตรกร อำเภอหางดงที่โดยรวมอยู่ในระดับปานกลางเช่นเดียวกัน (สมศักดิ์, 2554) แสดงให้เห็นถึงความตระหนักของประชาชนในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ที่ยังคงมีไม่สูงมากนักในบทบาทการมีส่วนร่วมกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นของชุมชน ซึ่งถ้าได้รับการส่งเสริมให้เห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ในระยะยาวที่ชุมชนได้รับก็จะทำให้มีส่วนร่วมมากขึ้น

Table 2 Level of community participation in village fishery management

Activities	percentage of people's participation				Level of participant
	never	low	medium	high	
Planning					
1) Attending meeting	41.0	37.2	6.4	15.4	
2) Expressing and suggesting about village fishery activities	75.6	12.8	2.6	9.0	
3) Planning in pond improvement and preparation	82.1	10.3	-	7.6	
4) Coordinating with government officers	84.6	7.7	2.6	5.1	
Total average score (Mean±S.D)		**2.03±3.11**			**Medium**
Action					
1) Pond preparation	70.5	19.2	1.3	9.0	
2) Fry releasing and feeding during culture	69.2	19.2	1.3	10.3	
3) Checking fish disease and water quality	88.5	7.7	-	3.8	
4) Harvesting fish yield	79.5	12.8	1.3	6.4	
5) Buying and selling activities	60.3	19.2	7.7	12.8	
Total average score (Mean±S.D)		**2.28±3.69**			**Medium**

Table 2 (cont.)

Activities	percentage of people's participation				Level of participant
	never	low	medium	high	
Evaluation					
1) Determining the evaluated method	87.2	7.7	2.6	2.5	
2) Follow up the fish culture progress	80.8	14.1	1.3	3.8	
3) Discuss in problem fish culture	85.9	6.4	2.6	5.1	
4) Solve the problems of fish culture	87.2	6.4	2.6	3.8	
Total average score (Mean±S.D)		0.99±2.49			Low
Beneficiaries					
1) Service providing by government officers	55.8	28.8	7.7	7.7	
2) Receive more knowledge in fish culture	64.1	24.4	5.1	6.4	
3) Fish consumptions or receive more income	64.1	23.1	6.4	6.4	
Total average score (Mean±S.D)		1.78±2.42			Medium
All of four parts in participations (Mean±S.D)		7.08±10.032			Medium

ปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับการจัดการประมงหมู่บ้าน

ปัญหาและอุปสรรคในการเข้าร่วมกิจกรรมประมงหมู่บ้านที่ประชาชนในบ้านหนองมะจับพบว่าเป็นปัญหามากที่สุด ได้แก่ การปฏิบัติงานร่วมกับคนในชุมชนเอง (ร้อยละ 67.9) และมองว่าปัญหาที่พบน้อยหรือไม่พบเลยได้แก่ การปฏิบัติงานร่วมกับเจ้าหน้าที่ของรัฐ ด้านการได้รับข้อมูลข่าวสารเรื่องประมงหมู่บ้าน และประชาชนในชุมชนไม่เห็นความสำคัญของประมงชุมชน การไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ได้ตกลงกันไว้ และปัญหาการลักลอบจับสัตว์น้ำของคนต่างถิ่น (ร้อยละ 80.8 75.4 71.8 59.0 และ 55.1 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าชาวบ้านในชุมชนนี้มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเจ้าหน้าที่ภาครัฐ คุ้นเคยกับการรับฟังคำสั่งของรัฐ แต่ยังขาดความร่วมมือกับคนในชุมชนกันเอง

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้าน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม และความเข้าใจในทรัพยากรประมงกับบทบาทการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้าน พบว่า เพศ อาชีพหลัก มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้านในระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่ความรู้ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรประมงมีความสัมพันธ์ในระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Table 3) สอดคล้องกับชมัยพร (2552) ที่ศึกษาการมีส่วนร่วมในโครงการประมงต้นแบบบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณ พบว่าการรับรู้ข่าวสารและความรู้เกี่ยวกับโครงการประมงต้นแบบมีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วม แสดงให้เห็นถึงการที่ชาวบ้านมีความเข้าใจอย่างดีและถูกต้องต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรประมงจะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมประมงหมู่บ้านในระดับที่สูงขึ้น

Table 3 Relationship between personal, economic and social factors on people's participation in village fish pond management

Independent variables	Pearson Statistical test	Level of significant
- Age	0.051	0.659
- Sex	0.044*	0.041
- Education	0.505	0.411
- Main career	0.020*	0.023
- Social status in community	0.092	0.058
- Experience in career	0.196	0.120
- Household's income	-0.058	0.613
- Perception in environment and fishery resources	0.324**	0.004

Remarks ** Statistically significant level 0.01, * Statistically significant level 0.05

สรุป

ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการประมงหมู่บ้าน ณ บ้านหนองมะจับ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ด้านการวางแผนปฏิบัติ ด้านการปฏิบัติ และด้านการรับผลประโยชน์ของกิจกรรมอยู่ในระดับปานกลาง แต่ด้านการประเมินผลอยู่ในระดับต่ำ โดยภาพรวมของระดับการมีส่วนร่วมของชาวบ้านกับกิจกรรมประมงหมู่บ้านอยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยส่วนบุคคลด้านเพศ และอาชีพหลักเท่านั้นที่ความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้านอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ความรู้ความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรประมงมีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงหมู่บ้านอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ปัญหาที่พบในการดำเนินกิจกรรมประมงหมู่บ้านคือ การปฏิบัติงานร่วมกับคนในชุมชนเอง ดังนั้นจึงต้องมีการเสริมสร้างความเข้าใจ เผยแพร่ข้อมูลวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่คนในชุมชนจะได้รับในการทำประมงหมู่บ้าน โดยอาศัยความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ภาครัฐ เนื่องจากชาวบ้านให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีกับภาครัฐ เช่น ส่งเสริมให้ชาวบ้านได้รับการอบรมเพิ่มความรู้ด้านการเลี้ยงปลา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาเผยแพร่ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชนในการนำไปต่อยอด นอกจากการเลี้ยงเพื่อจับขายสด เช่น การแปรรูปสัตว์น้ำเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ประจำชุมชน เป็นการสร้างมูลค่าให้กับสัตว์น้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย และขอขอบคุณผู้ใหญ่บ้าน ประชาชนในชุมชนบ้านหนองมะจับ จังหวัดเชียงใหม่ที่สละเวลาให้ข้อมูลที่สำคัญในการทำวิจัยเรื่องนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2548. **รวมกฎหมายเกี่ยวกับการประมง**. ส่วนอนุญาตและจัดการประมง สำนักบริหารจัดการด้านการประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมประมง. 2553. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ.2553**. เอกสารฉบับที่ 12/2555, ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองวิศวกรรมประมง. ม.ป.ป. **แผนปฏิบัติการงานประมงหมู่บ้านประจำปี 2541**. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ชมัยพร ชูงาน. 2552. การมีส่วนร่วมของชุมชนในโครงการประมงต้นแบบ บริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อน วชิราลงกรณ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

เทศบาลตำบลแม่แฝก. 2558. **ประวัติเทศบาลตำบลแม่แฝก. [ระบบออนไลน์]**. แหล่งที่มา: http://www.maefag.go.th/2011/data/history.pdf/

โยธิน เทิดวงศ์วรกุล. 2544. **การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการทำนบปลาประจำหมู่บ้าน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ อินทะชัย. 2554. **การมีส่วนร่วมการจัดการลุ่มแม่น้ำตาช้างของเกษตรกร ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

สุฤทธ์ สมบูรณ์ชัย, เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์, ประจวบ ฉายบุ. 2552. **แนวทางการจัดการแบบมีส่วนร่วมเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ ของทรัพยากรประมงอย่างยั่งยืนในแม่น้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่**. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Yamane, Taro.1973. **Statistics: An Introductory Analysis**. 3rd edition. New York : Harper and Row Publication.

กระแสน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณช่องเกาะช้างและอ่าวตราด จังหวัดตราด ปี 2559

Tidal current around channel Chang Island and Trat bay, Trat province, 2016

มณฑล อนงค์พรยศกุล[1*] และ อุดม เครือเนียม[2]

Monton Anongponyoskun[1*] and Udom Khrueniam[2]

บทคัดย่อ

เกาะช้างและอ่าวตราดเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลและแหล่งทรัพยากรหอยที่สำคัญของฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย การเข้าใจรูปแบบกระแสน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็น งานครั้งนี้จะเน้นศึกษากระแสน้ำจากปัจจัยของน้ำขึ้นน้ำลง ความเร็วของน้ำถูกตรวจวัดในวันน้ำเกิดบริเวณช่องเกาะช้าง (A) และอ่าวตราด (B) ด้วยเครื่องวัดกระแสน้ำ (Sensordata รุ่น SD6000) ที่ความลึก 2 เมตร ทุก 10 นาที เป็นเวลา 25 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 21-22 และ 22-23 กุมภาพันธุ์ 2559 ตามลำดับ แบบจำลอง Princeton Ocean Model (POM) ถูกพัฒนาเพื่อศึกษากระแสน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณช่องเกาะช้างและอ่าวตราด (TM) ผลการศึกษาพบว่าความเร็วน้ำจาก TM สอดคล้องกับความเร็วน้ำจากการตรวจวัดทั้งขนาดและทิศทาง การเคลื่อนที่ของน้ำบริเวณช่องเกาะช้างขณะน้ำขึ้น น้ำจะไหลจากด้านใต้ขนานชายฝั่งขึ้นไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือตามลักษณะภูมิประเทศของช่องเกาะช้าง และขณะน้ำลงน้ำจะไหลเลียบขนานชายฝั่งสวนทางกับน้ำขึ้นไปทางตะวันออกเฉียงใต้ด้วยขนาดของความเร็วสูงสุด 0.2-0.3 เมตรต่อวินาทีทั้งขณะน้ำขึ้นและน้ำลง บริเวณอ่าวตราดการเคลื่อนที่ของน้ำเป็นไปตามปัจจัยน้ำขึ้นน้ำลงอย่างชัดเจน น้ำจะไหลเข้าอ่าวตราดขณะน้ำขึ้นและน้ำจะไหลออกจากอ่าวขณะน้ำลงด้วยความเร็วสูงสุด 0.2-0.3 เมตรต่อวินาที

ABSTRACT

Chang Island and Trat bay are important marine tourist land mark and marine shellfish resources area in the eastern part of the Gulf of Thailand. Then, the knowledge of tidal current pattern is necessary. This work would be studied on the tidal current in this area. The sea water velocity was measured during spring tide at the channel of Chang Island and Trat bay by Sensordata (model SD6000), two meters below sea surface, every 10 minutes for 25 hours during 21-22 and 22-23 February 2559, respectively. The Princeton Ocean Model (POM) was developed to study the tidal current in the channel of Chang Island and Trat bay (TM). The results showed that the water velocity of TM were similar to the observed water velocity both magnitude and direction. In the channel of Chang Island during flood tide, the sea water was northwest flow from the south along the coast to the west as the topography shape. During ebb tide, sea water flow along the coast for south-east direction with maximum speed 0.2-0.3 m/s, both flood and ebb. In the Trat bay, the movement of water was clearly depended on the tide. The sea water flowed into and out off the bay during flood and ebb, respectively with maximum speed 0.2-0.3 m/s.

Key Words: Tidal current, Trat bay, Chang Island, POM

* Corresponding author; e-mail address: ffismta@ku.ac.th

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กรมประมง ระยอง 21160

[2]Eastern Fisheries Research and Development Center, Department of Fisheries, Rayong 21160

คำนำ

เกาะช้างและอ่าวตราดเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลและแหล่งทรัพยากรหอยที่สำคัญของฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย การเข้าใจรูปแบบกระแสน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็น การเคลื่อนที่ของน้ำในอ่าวไทยมากกว่าร้อยละ 60 เกิดจากปัจจัยกระแสน้ำขึ้นน้ำลง เหตุเพราะว่าอ่าวไทยเป็นอ่าวกึ่งปิด และน้ำไม่ลึกมาก น้ำขึ้นน้ำลงจึงเป็นสาเหตุสำคัญของการไหลเข้าและออกของน้ำในอ่าวไทย

สสารต่างๆ ที่อยู่ในน้ำทะเล จะเคลื่อนที่ได้ก็ต่อเมื่อได้รับแรงมากระทำ และแรงที่มีอยู่ในธรรมชาติที่มีผลต่อสสารในน้ำทะเลให้เคลื่อนที่ได้แก่ กระแสน้ำขึ้นน้ำลง คลื่น และลม เนื่องจากสสารที่อยู่ในน้ำทะเลนั้นไม่ว่าจะเป็นสารแขวนลอย สารละลาย หรือตกตะกอนในทะเล จะถูกน้ำทะเลพัดพาไปขณะน้ำเคลื่อนที่ กระแสน้ำขึ้นน้ำลงจึงเป็นหัวใจหลักของการศึกษาการพัดพาและการแพร่กระจายของสสารที่เคลื่อนที่ไปกับน้ำทะเลบริเวณช่องเกาะช้างและอ่าวตราด การศึกษานี้จะศึกษากระแสน้ำขึ้นน้ำลงโดยพิจารณาปัจจัยน้ำขึ้นน้ำลง ลักษณะภูมิประเทศและการกระจายตัวของแผ่นดินเป็นหลัก

อุปกรณ์และวิธีการ

ลักษณะภูมิประเทศและการกระจายตัวของแผ่นดิน

ลักษณะภูมิประเทศและการกระจายตัวของแผ่นดินพิจารณาจากแผนที่กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ หมายเลข 102 เกาะจวงถึงเกาะกง มาตราส่วน 1:240,000 (กรมอุทกศาสตร์, 2550) หมายเลข 120 ช่องเกาะช้าง มาตราส่วน 1:50,000 (กรมอุทกศาสตร์, 2556) และ หมายเลข 121 อ่าวตราด มาตราส่วน 1:45,000 (กรมอุทกศาสตร์, 2558) ศึกษาข้อมูลความลึกน้ำ ตำแหน่งแผ่นดิน และเกาะต่างๆ เพื่อประยุกต์ใช้ในแบบจำลองกระแสน้ำขึ้นน้ำลงฝั่งภาคตะวันออกของอ่าวไทย (ECGTM) และแบบจำลองกระแสน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณช่องเกาะช้างและอ่าวตราด (TM)

แบบจำลองกระแสน้ำขึ้นน้ำลง

แบบจำลอง Princeton Ocean Model (POM) ซึ่งพัฒนาโดย Blumberg (1977) เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ และมณฑล (2550) ประยุกต์แบบจำลองนี้เพื่อศึกษากระแสน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณอ่าวศรีราชา มณฑล (2551) ประยุกต์แบบจำลองนี้เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำหนุนใกล้ปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ และสุนทรีและมณฑล (2553) ประยุกต์แบบจำลองนี้เพื่อศึกษากระแสน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณอ่าวศรีราชา ใช้เป็นแบบจำลองหลักของการศึกษาในครั้งนี้

น้ำขึ้นน้ำลงที่ใช้เป็นปัจจัยในแบบจำลองได้แก่ ระดับน้ำรายชั่วโมงเทียบกับระดับน้ำเฉลี่ยรายปีของกรมอุทกศาสตร์ (2559) ณ สถานีน้ำทำนายอ่าวสัตหีบ (WGS 84 UTM Zone 47P1398613N704400E) และแหลมงอบ (WGS 84 UTM Zone 48P1346556N,216600E) ตลอดปี 2559 (8,784 ชั่วโมง) ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนา ECGTM จากนั้นนำข้อมูลระดับน้ำที่คำนวณได้จาก ECGTM ณ ตำแหน่ง WGS 84 UTM Zone 48P1310900N191600E, WGS 84 UTM Zone 48P1355816 N191600E และ WGS 84 UTM Zone 48P 1310900N263750E ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนา TM พื้นที่ศึกษาเป็นดัง Figure 1a)

47P706317E,1404712N

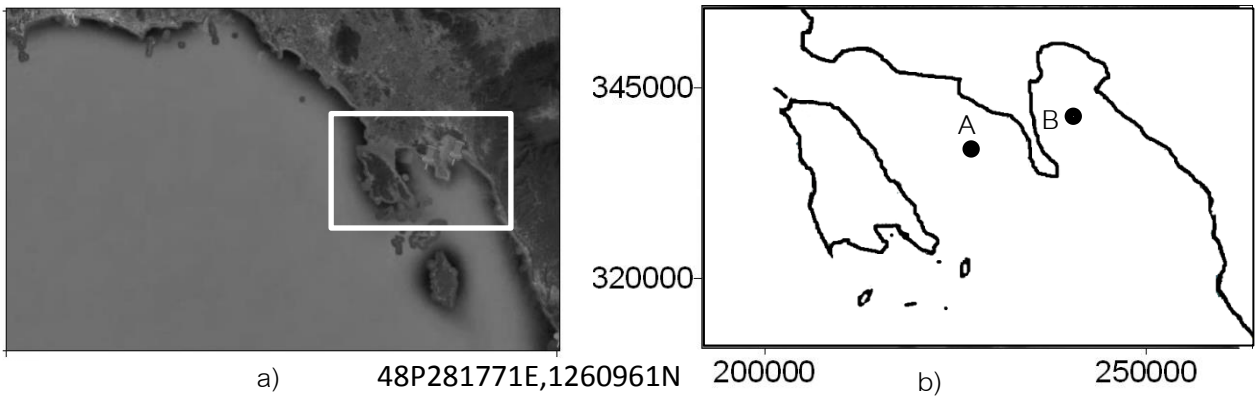


Figure 1 The site of model: a) The east coast of the gulf of Thailand (ECGTM) (From: Google earth) b) The channel of Chang Island and Trat bay (TM)

ตรวจวัดความเร็วน้ำในวันน้ำเกิด ณ ตำแหน่งช่องเกาะช้าง (A) และตำแหน่งอ่าวตราด (B) ดัง Figure 1b) ด้วยเครื่องวัดกระแสน้ำ (Sensordata รุ่น SD6000) ที่ความลึก 2 เมตร ทุก 10 นาที เป็นเวลา 25 ชั่วโมง ในวันที่ 21-22 กุมภาพันธ์ 2559 ณ ตำแหน่ง A และวันที่ 22-23 กุมภาพันธ์ 2559 ณ ตำแหน่ง B เพื่อเป็นข้อมูลตรวจวัดใช้สอบเทียบความเร็วน้ำที่คำนวณได้จาก TM ที่ตำแหน่งและเวลาเดียวกัน ตำแหน่งและเวลาตรวจวัดเป็นดัง Table 1 วันเก็บข้อมูลความเร็วน้ำเป็นวันน้ำเกิดปลายเดือนกุมภาพันธ์เพราะเป็นช่วงเวลาที่ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนสูงกว่าระดับน้ำเฉลี่ยรายปีเพียงเล็กน้อย พิสัยน้ำขึ้นน้ำลงปานกลางประมาณ 1.5 เมตร ดัง Table 3

Table 1 Positions and duration time of the measurement.

Station	Position	Duration time
Channel of Chang	WGS 84 UTM	Start 21/ February/2016 at 3:15 pm
Island (A)	Zone 48P1335968N227843E	to 22/February/2016 at 4:18 pm
Trat bay (B)	WGS 84 UTM	Start 22/ February/2016 at 6.00 pm
	Zone 48P1339835N239374E	to 23/ February/2016 at 7.00 pm

เงื่อนไขของแบบจำลองกระแสน้ำขึ้นน้ำลง

เงื่อนไขเริ่มต้นของ ECGTM และ TM กำหนดให้ทุกจุดมีค่าระดับน้ำและความเร็วน้ำเป็น 0 เมตร และ 0 เมตร/วินาที ตามลำดับ และแบบจำลองจะเพิ่มระดับน้ำที่บริเวณขอบของแบบจำลองด้านที่เป็นน้ำทะเลด้วยค่าระดับน้ำขึ้นน้ำลง ทั้ง ECGTM และ TM ในด้านตะวันตก และด้านใต้ของแบบจำลองดัง Figure 1 ระดับน้ำที่ใช้สำหรับ ECGTM ได้แก่ ระดับน้ำรายชั่วโมงหักระดับน้ำเฉลี่ยรายปีของสถานีน้ำทำนายสัตหีบ และแหลมงอบ ส่วน TM ค่าระดับน้ำที่ใช้เป็นระดับน้ำที่คำนวณได้จาก ECGTM ณ ตำแหน่ง WGS 84 UTM Zone 48P1310900N263750E, WGS 84 UTM Zone 48P1310900N191600E และ WGS 84 UTM Zone 48P1310900N191600E เป็นระดับน้ำบริเวณด้านตะวันตกและด้านใต้ ปัจจัยของแบบจำลอง ECGTM และ TM แสดงดัง Table 2

Table 2 Parameters of East Coast of the Gulf of Thailand Model (ECGTM) and channel of Chang Island and Trat bay Model (TM).

Parameter	Unit	ECGTM	TM
Number of grids		308	1,000
Size of grid	km	11.15	1.85
Density of sea water	kg/m^3	1025	1025
Initial of water variation	m	0	0
Initial of water velocity	m/sec	0	0
Boundary condition of tide	m	Water elevation at Sattahip* and Leam ngop*	Water elevation at WGS 84 UTM 48P1310900N263750E, 48P1310900N191600E and 48P1310900N191600E

*(From: Hydrographic Department, 2016)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เลือกเดือนกุมภาพันธ์ เป็นเดือนตัวแทนเก็บข้อมูลการเคลื่อนตัวของน้ำบริเวณช่องเกาะช้างและอ่าวตราด ความเร็วของน้ำจากการตรวจวัดและจาก TM สัมพันธ์กับน้ำขึ้นน้ำลงแสดงดัง Figure 2 ความเร็วของน้ำจะแทนด้วยลูกศร โดยขนาดความยาวลูกศรแทนขนาดความเร็วและทิศของลูกศรแทนทิศของความเร็ว จากข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงเดือนกุมภาพันธ์ในบริเวณนี้มีพิสัยน้ำสูงสุดประมาณ 1.5 เมตร ลักษณะการเคลื่อนที่ของน้ำบริเวณช่องเกาะช้างในภาพรวมขณะน้ำขึ้น น้ำจะไหลจากด้านใต้ขนานชายฝั่งแผ่นดินใหญ่และเกาะช้างในทิศตะวันตกเฉียงเหนือตามลักษณะภูมิประเทศของช่องเกาะช้าง และขณะน้ำลงน้ำจะไหลเลียบขนานชายฝั่งแผ่นดินใหญ่และเกาะช้างไหลสวนทางกับน้ำขึ้นไปทางตะวันออกเฉียงใต้ด้วยขนาดของความเร็วสูงสุด 0.2-0.3 เมตรต่อวินาทีทั้งขณะน้ำขึ้นและน้ำลง สอดคล้องกับรายงานของอนุกูลและภาณุ (2558) ส่วนช่วงที่น้ำเอ่อ (slack) ความเร็วของน้ำพยายามปรับทิศให้สอดคล้องกับทิศการขึ้นลงของน้ำ และเนื่องจากพื้นที่ช่องเกาะช้างมีลักษณะเป็นช่องแคบขนาบด้วยแผ่นดินใหญ่และเกาะช้าง ทำให้มีความเร็วกระแสน้ำไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับช่วงเวลาว่าเป็นช่วงน้ำกำลังขึ้นหรือน้ำกำลังลงดัง Figure 3

บริเวณอ่าวตราดการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าออกจากอ่าวขึ้นอยู่กับน้ำขึ้นน้ำลงอย่างชัดเจน น้ำจะไหลเข้าอ่าวตราดขณะน้ำขึ้นและน้ำจะไหลออกจากอ่าวฯ ขณะน้ำลง ด้วยความเร็วสูงสุด 0.2-0.3 เมตรต่อวินาที ตามลักษณะภูมิประเทศของอ่าวตราด ส่วนช่วงที่น้ำเอ่อ (slack) ความเร็วของน้ำพยายามปรับทิศให้สอดคล้องกับทิศการขึ้นลงของน้ำ และเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศเป็นอ่าว การไหลของน้ำจะมีความเร็วน้ำไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับช่วงเวลาว่าเป็นช่วงน้ำกำลังขึ้นหรือน้ำกำลังลงดัง Figure 3

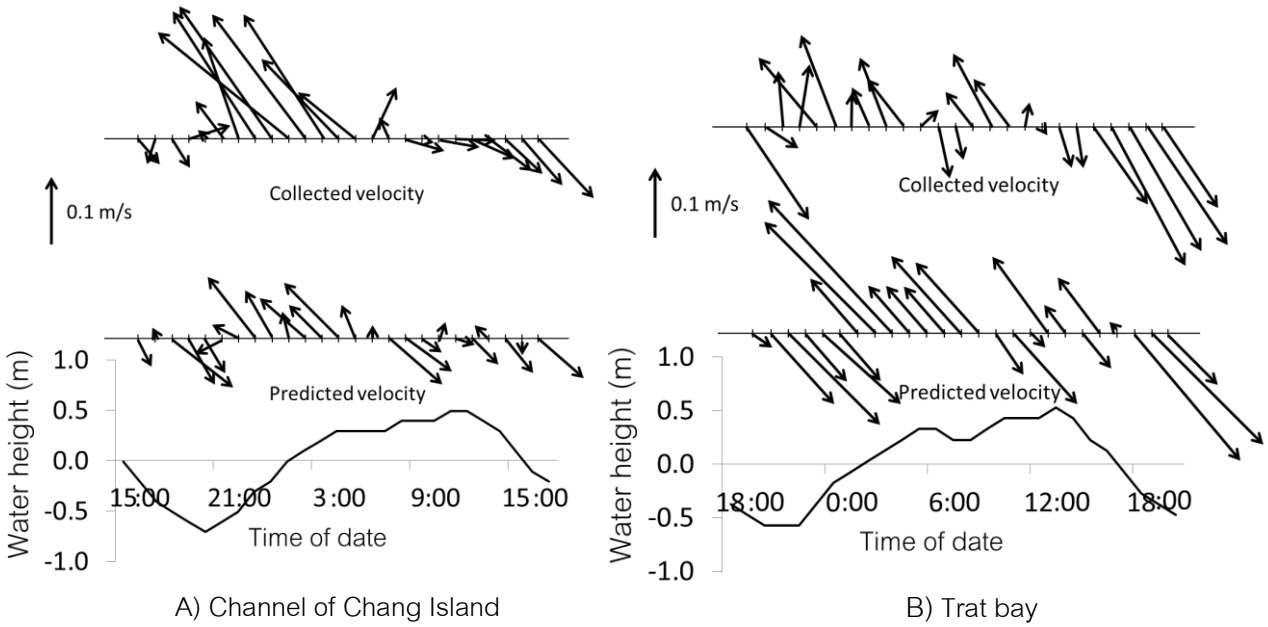


Figure 2 The variation of water elevation, collected and predicted tidal current at station A) during 21-22 February, 2016 and station B) during 22-23 February, 2016 (spring tide period).

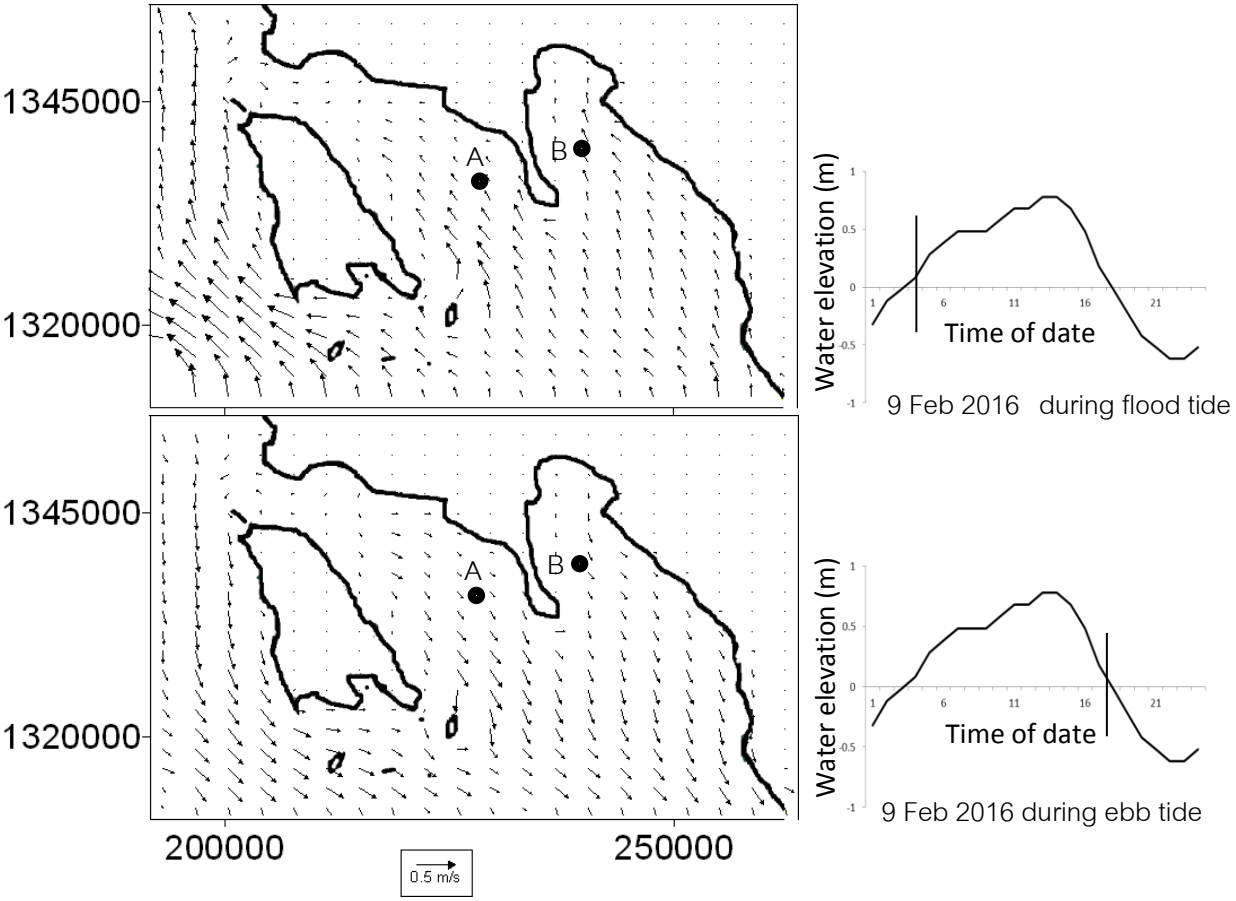


Figure 3 The predicted tidal current patterns during spring tide in the channel of Chang Island and Trat bay, Trat province during flood tide and ebb tide on 9 February, 2016.

เปรียบเทียบความเร็วน้ำจากการตรวจวัดบริเวณช่องเกาะช้าง ระหว่างวันที่ 21-22 กุมภาพันธ์ 2559 และอ่าวตราด วันที่ 22-23 กุมภาพันธ์ 2559 กับข้อมูลความเร็วน้ำและระดับน้ำจาก TM ในบริเวณเดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกัน พบว่าทิศของความเร็วน้ำจาก TM สอดคล้องกับทิศของความเร็วน้ำจากการตรวจวัดคือน้ำขึ้นน้ำบางส่วนไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือผ่านบริเวณช่องเกาะช้าง และน้ำบางส่วนไหลเข้าในอ่าวตราด และน้ำลงน้ำบริเวณช่องเกาะช้างไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ และน้ำที่อยู่ในอ่าวตราดไหลออกจากอ่าวไหลมารวมกับน้ำที่ไหลมาจากช่องเกาะช้าง แต่ขนาดความเร็วสูงสุดของน้ำบริเวณช่องเกาะช้างจากการตรวจวัดอยู่ในช่วง 0.2-0.3 เมตรต่อวินาทีซึ่งมากกว่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ได้จาก TM เล็กน้อย ส่วนในบริเวณอ่าวตราดความเร็วสูงสุดของน้ำจากการตรวจวัดอยู่ในช่วง 0.2-0.3 เมตรต่อวินาทีซึ่งน้อยว่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ได้จาก TM เล็กน้อย

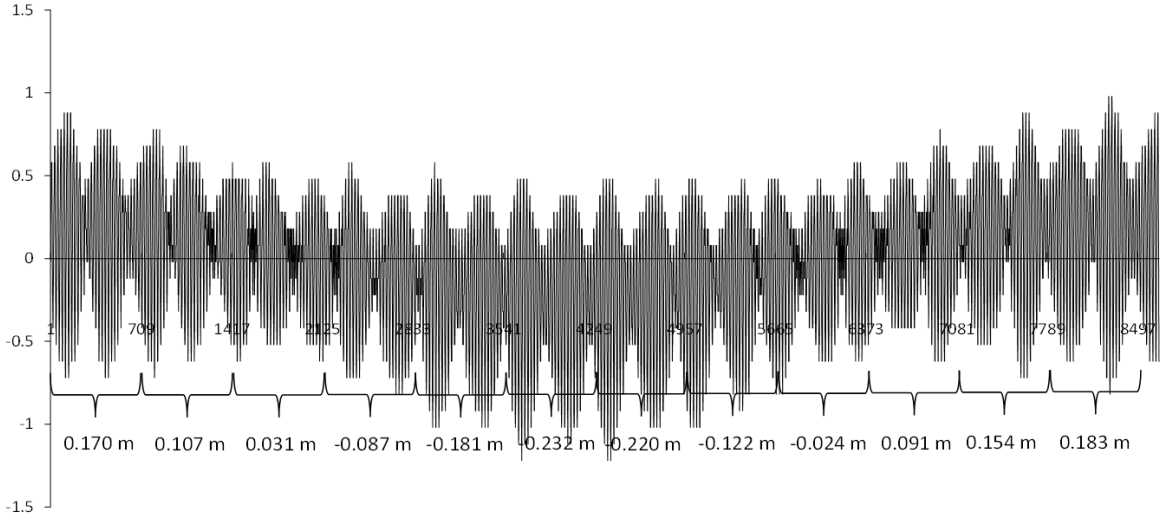


Figure 4 The variation of water elevation and averaged water elevation every lunar mouth (708 hr or 29.5 days) at Leam Ngop, Trat province (WGS 84 UTM 48P1346556N,216600E), in 2016 (Hydrographic Department, 2016)

น้ำขึ้นน้ำลงจัดเป็นคลื่นยาวประเภทหนึ่ง ในแต่ละวันแต่ละพื้นที่มีระดับน้ำขึ้นน้ำลงไม่เหมือนกันทั้งพิสัยและช่วงเวลาขึ้นลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะฝั่ง พื้นที่โดยรอบ ความลึก และลักษณะพื้นท้องทะเล รอบน้ำขึ้นน้ำลง 1 รอบ โดยปรกติเป็น 12 ชั่วโมง 25 นาทีสำหรับน้ำคู่ และ 24 ชั่วโมง 50 นาทีสำหรับน้ำเดี่ยว ลักษณะระดับน้ำจากสถานีน้ำทำนายแหลมงอบ (กรมอุทกศาสตร์, 2559) จังหวัดตราด ตลอด 1 ปี 2559 แสดงดัง Figure 4 รูปแบบน้ำขึ้นน้ำลงของแหลมงอบ จังหวัดตราดมีลักษณะเป็นน้ำเดี่ยว เมื่อหาค่าระดับน้ำเฉลี่ยราย 1 เดือนจันทรคติหรือประมาณ 708 ชั่วโมง (29.5 วัน) ตลอดปีเทียบกับระดับน้ำเฉลี่ยรายปี พบว่าช่วงต้นปีและปลายปี (พฤศจิกายนถึงมกราคม) ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนจะสูงกว่าระดับน้ำเฉลี่ยรายปี ขณะที่ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนช่วงกลางปี (พฤษภาคมถึงสิงหาคม) จะต่ำกว่าระดับน้ำเฉลี่ยรายปี ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนแสดงดัง Table 3

หากพิจารณาค่าระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนตลอดปี ณ สถานีน้ำทำนายแหลมงอบ จังหวัดตราด พบว่าสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนกับเดือนจันทรคติได้เป็นรูปคลื่นอย่างง่าย มีลักษณะคล้าย cosine curve มีคาบประมาณ 1 ปี ความสูงคลื่นประมาณ 0.2 เมตร ท้องคลื่นจะเกิดในเดือนมิถุนายน และยอดคลื่นเกิดในเดือนธันวาคม การศึกษาเลือกเดือนกุมภาพันธ์ของปี 2559 เป็นเดือนตัวแทนของการศึกษารูปแบบกระแสน้ำสุทธิ (Residual current) เพราะระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือนสูงกว่าระดับน้ำเฉลี่ยรายปีเพียงเล็กน้อย

Table 3 Averaged water elevation every lunar month (708 hours or 29.5 days) at Leam Ngop, Trat province (WGS 84 UTM 48P1346556N,216600E), in 2016.

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Averaged water elevation(m)	0.170	0.107	0.031	-0.087	-0.181	-0.232	-0.220	-0.122	-0.024	0.091	0.154	0.183

ลักษณะรูปแบบกระแสน้ำสุทธิของเดือนกุมภาพันธ์บริเวณช่องเกาะช้างน้ำไหลไปทิศตะวันตกเฉียงเหนือตามลักษณะภูมิประเทศของช่องเกาะช้างด้วยความเร็วประมาณ 1 เซนติเมตรต่อวินาที บริเวณอ่าวตราดน้ำขึ้นน้ำลงเป็นปัจจัยหลักของการเคลื่อนที่ของน้ำในอ่าวทำให้กระแสน้ำสุทธิมีค่าน้อยมากดัง Figure 5 ความเร็วน้ำสุทธิน้อยกว่า 1 เซนติเมตรต่อวินาที

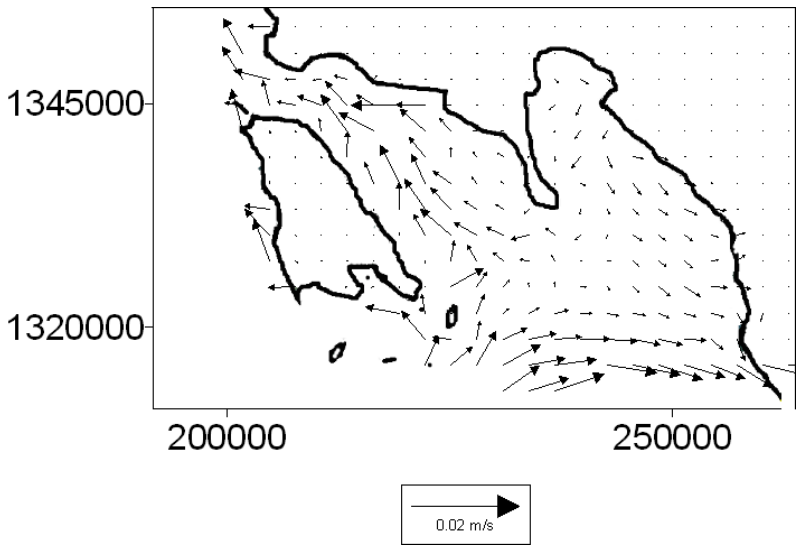


Figure 5 Residual current patterns in the channel of Chang Island and Trat bay (TM) in February, 2016.

รูปแบบกระแสน้ำสุทธิรายเดือนในรอบปีมีรูปแบบเปลี่ยนแปลงไปทุกเดือนทั้งขนาดความเร็วและทิศของความเร็วน้ำในทุกพื้นที่ ในการศึกษานี้สามารถใช้ TM เป็นเครื่องมือทำนายรูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในบริเวณช่องเกาะช้างและอ่าวตราดได้ อีกทั้งยังสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำสุทธิและสามารถขยายผลต่อไปในวัน และเดือนที่ต้องการศึกษาได้เมื่อทราบระดับน้ำขึ้นน้ำลง

สรุป

รูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณช่องเกาะช้างขณะน้ำขึ้น น้ำจะไหลจากด้านใต้ขนานชายฝั่งแผ่นดินใหญ่และเกาะช้างในทิศตะวันตกเฉียงเหนือตามลักษณะภูมิประเทศของช่องเกาะช้าง และขณะน้ำลงน้ำจะไหลเลียบขนานชายฝั่งแผ่นดินใหญ่และเกาะช้างไหลสวนทางกับน้ำขึ้นไปทางตะวันออกเฉียงใต้ด้วยขนาดของความเร็วสูงสุด 0.2-0.3 เมตรต่อวินาทีทั้งขณะน้ำขึ้นและน้ำลง บริเวณอ่าวตราดการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าออกจากอ่าวขึ้นอยู่กับน้ำขึ้นน้ำลงอย่างชัดเจน น้ำจะไหลเข้าอ่าวตราดขณะน้ำขึ้นและน้ำจะไหลออกจากอ่าวฯ ขณะน้ำลง ด้วยความเร็วสูงสุด 0.2-0.3 เมตรต่อวินาที ทิศทางการไหลเข้าและออกเป็นไปตามลักษณะภูมิประเทศของอ่าวตราด

เอกสารอ้างอิง

กรมอุทกศาสตร์. 2550. **แผนที่เกาะจวงถึงเกาะกงปี 2550.**

_____2556. **แผนที่ช่องเกาะช้างปี 2556.**

_____2558. **แผนที่อ่าวตราดปี 2558.**

_____2559. **มาตราน้ำ น่านน้ำไทยปี 2559.**

มณฑล อนงค์พรยศกุล. 2550. แบบจำลองกระแสน้ำขึ้นน้ำลงโดยใช้ POM ในอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี. น. 634-640. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____2551. แบบจำลองการเคลื่อนที่ของน้ำหนุนใกล้ปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ. น. 119-125. *ใน* **การประชุมวิชาการการสร้างแบบจำลองและการจำลองสถานการณ์ประจำปี พศ. 2551 "แบบจำลองสถานการณ์เพื่อการตัดสินใจที่ดีกว่า"**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนทรี ทารพันธ์ และมณฑล อนงค์พรยศกุล. 2553. การประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขคำนวณกระแสน้ำขึ้นน้ำลง โดยปรับเปลี่ยนแอมปลิจูดขององค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลง ในอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี. น. 203-209. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และภาณุ แช่มชื่น. 2558. กระแสน้ำบริเวณบ้านแหลมศอก จังหวัดตราด ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา** 20 (2): 112-116.

Blumberg, A.F. 1977. Numerical tidal model of Chesapeake Bay. **Journal of Hydraulics division. ASCE.** 103:1-10.

ปริมาณการปกคลุมและการกระจายของหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

Covered Rate and Distribution of Seagrass at Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province.

วรุฒ คงสงด้วง[1*] ศักดิ์ชัย กรรมารางกูร[1] นิติพัฒน์ บุญส่ง[1] จิตติมา อายุตตะกะ[1] และ นภาขวัญ แหวนเพชร[1]

Warut Kongsongduang[1*], Sakchai Kanmarangkool[1], Nitipat Boonsong[1], Chittima Aryuthaka[1] and Napakhwan Whanpetch[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาร้อยละของการปกคลุม และการกระจายของหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี สำรวจโดยใช้กรอบสี่เหลี่ยม (quadrat) ขนาด 50 x 50 ตารางเซนติเมตร จำนวนทั้งหมด 157 สถานี สถานีละ 5 ซ้ำ จากการศึกษาพบ หญ้าทะเล 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) และ หญ้ากุยช่ายเข็ม (*Halodule pinifolia*) หญ้าคาทะเลมีพื้นที่การกระจาย 1.37 ตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นสูงสุดคือ 26 ต้น คิดเป็นปริมาณการปกคลุมร้อยละ 72 พบบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าว และส่วนใหญ่อยู่ในสถานภาพดอกเพศเมียกำลังบาน และดอกเพศผู้ซึ่งปล่อยดอกย่อยเพศผู้แล้ว ส่วนหญ้ากุยช่ายเข็มมีพื้นที่การกระจาย 1.52 ตารางกิโลเมตร ปริมาณการปกคลุมสูงสุดร้อยละ 100 พบบริเวณทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอ่าว

ABSTRACT

The studies on percentage of covered rate and distribution of seagrass at Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province. This study used quadrat size 50 x 50 cm^2, with 157 stations and 5 replicates/station to be estimated the percentage of covered rate and distribution of seagrass. The results found that, two species of seagrass, *Enhalus acoroides* and *Halodule pinifolia*. Area of distribution of *Enhalus acoroides* is 1.37 km^2 and 72 %, which located at southeast of the bay. The status of *E. acoroides* is that, female flowery is flowering and male flowery is released. Area of distribution of *H. piniforlia* is 1.52 km^2 and covered rate is 100%, which located at north and northeast of the bay.

Key Words: Seagrass, Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

*Corresponding author, e-mail address: k.warut.g@hotmail.com

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

หญ้าทะเลเป็นพืชดอกเพียงกลุ่มเดียวที่สามารถเจริญเติบโต และขยายพันธุ์ได้ในทะเล แหล่งหญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นระบบนิเวศที่ดูดซับสารอาหารที่มาจากดินและน้ำ และช่วยหมุนเวียนธาตุอาหารสู่สิ่งมีชีวิต เป็นแหล่งที่มีผลผลิตขั้นต้นของห่วงโซ่อาหารสูง (Meñez *et al*., 1983) เป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์น้ำ ได้แก่ ปลา กุ้ง และปู (วราริน และคณะ, 2551; กุศล และคณะ, 2554) เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหารของสัตว์ทะเลขนาดใหญ่ ได้แก่ เต่าทะเล (สัตว์คุ้มครอง) พะยูน (สัตว์สงวนของประเทศไทย (IUCN)) รวมถึงการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของแหล่งหญ้าทะเลก็จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ขนาดเล็ก จนถึงขนาดใหญ่และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

การเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเลมี 2 สาเหตุ คือ สาเหตุจากธรรมชาติ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และพายุ (Tomasko *et al*., 2005, Hasegawa *et al*., 2007 and Kim *et al*., 2015) การเจริญเติบโตของหญ้าทะเล โดยช่วงต้นมรสุม หญ้าทะเลจะค่อยๆ เจริญเติบโตขึ้น แต่จะลดการเจริญเติบโตลงเมื่อปลายมรสุม (Vichkovitten, 1998) และสาเหตุจากมนุษย์ ได้แก่ การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลก่อให้เกิดตะกอนไหลลงทะเล การทำประมงที่ใช้เครื่องมือบางประเภท ซึ่งมีโอกาสทำลายแหล่งหญ้าทะเล (สมบัติ, 2555) การคมนาคมโดยใช้เรือหางยาว เนื่องจากใบพัดเรือจะพัดโดนใบหญ้าทะเลทำให้เกิดความเสียหาย

การศึกษาความอุดมสมบูรณ์และการกระจายของหญ้าทะเลทำได้หลายวิธี เช่น การใช้การสัมผัสระยะไกล(remote sensing) มักใช้ในการประเมินหญ้าทะเล (Pu and bell, 2013a; Pu and bell, 2013b) และในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการศึกษาตาม Duarte and Kirkman, (2001) เป็นการสำรวจในพื้นที่จริง เนื่องด้วยอ่าวคุ้งกระเบนมีแหล่งหญ้าทะเล 19,920 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีขนาดพื้นที่น้อยไม่เหมาะสมต่อการใช้วิธีการสัมผัสระยะไกล การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการปกคลุม และการกระจายของหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

อุปกรณ์และวิธีการ

การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง

กำหนดแนวสำรวจหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนทั่วทั้งอ่าว รวม 13 แนวสำรวจ (เหนือ – ใต้) โดยในแต่ละแนวสำรวจแบ่งเป็นสถานีเก็บตัวอย่าง แต่ละสถานีห่างกัน 200 เมตร ทั้งหมด 157 สถานี บันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ของแต่ละสถานีใน GPS (global position system) ใช้พิกัดกริดแบบยูทีเอ็ม (universal transverse mercator; UTM) พิกัด 812465 - 816717 E และ 1391520 - 1395540 N (Figure 1)

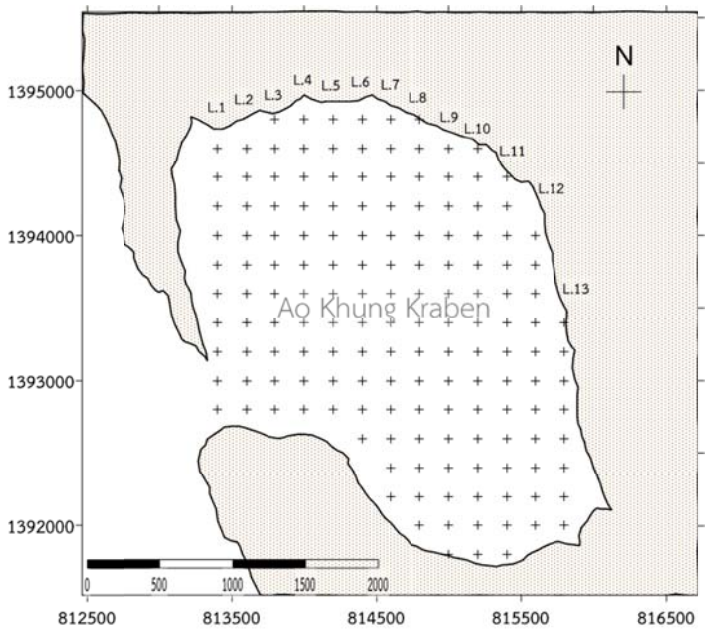


Figure 1 Map of Ao Khung Kraben, showing location and plots study. L.1 - L.13 indicate Line1 - Line13.

การสำรวจภาคสนาม

สำรวจปริมาณการปกคลุม และการกระจายของหญ้าทะเลแต่ละชนิด โดยใช้กรอบสี่เหลี่ยม (quadrat) ขนาด

0.5 x 0.5 ตารางเมตร แต่ละสถานี สุ่ม 5 ครั้ง หญ้ากุยช่ายเข็ม (*H. pinifolia*) สำรวจปริมาณการปกคลุมเป็นร้อยละต่อพื้นที่ และหญ้าคาทะเล (*E. acoroides*) ทำการนับจำนวนต้นที่อยู่ใน quadrat แล้วนำกลับมาเทียบเป็นร้อยละ (Rattanachot *et al*., 2016) เนื่องจากหญ้าคาทะเลมีใบยาวซึ่งหากทำการสำรวจโดยตรงใบของหญ้าคาทะเลจะปกคลุมเต็มพื้นที่ ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ตรงกับความเป็นจริง จึงต้องนับจำนวนต้นของหญ้าคาทะเลแทน โดยนับจำนวนต้นหญ้าคาทะเล ดังนี้

จำนวน 35 ต้น คิดเป็น ร้อยละ 100

จำนวน 18 ต้น คิดเป็น ร้อยละ 50

จำนวน 9 ต้น คิดเป็น ร้อยละ 25

การสำรวจทำในช่วงน้ำลง เนื่องจากสามารถเดินสำรวจได้สะดวก โดยทำการสำรวจในระหว่าง วันที่ 1 - 5 กันยายน พ.ศ. 2559

การรวบรวมและประมวลผล

ทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดลงในโปรแกรม Microsoft excel เพื่อเตรียมข้อมูลไปใช้ในการประมวลผล

เมื่อเตรียมข้อมูลพร้อม ก็นำข้อมูลเข้าประมวลผลเป็นเส้นปริมาณการปกคลุมของหญ้าทะเล

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ชนิด และปริมาณการปกคลุมของหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

จากการสำรวจหญ้าทะเลในอ่าวคุ้งกระเบน พบหญ้าทะเลทั้งหมด 2 ชนิด คือ หญ้าคาทะเล (*E. acoroides*) และหญ้ากุยช่ายเข็ม (*H. pinifolia*) เช่นเดียวกับ สถาบันวิจัย และพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน (2555, 2557 และ 2558) รายงานว่าพบหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน 2 ชนิด แต่ UNEP, (2548) รายงานว่าพบหญ้าทะเลในอ่าวคุ้งกระเบนทั้งหมด 4 ชนิด คือ หญ้าคาทะเล (*E. acoroides*) หญ้าชะเงา (*Halophilla ovalis*) หญ้าชะเงาใบเล็ก (*H. minor*) และหญ้ากุยช่ายเข็ม (*H. pinifolia*)

หญ้าคาทะเลมีปริมาณการปกคลุมร้อยละ 29 - 51 มีสถานภาพสมบูรณ์ปานกลาง ปลายใบขาดเป็นส่วนใหญ่ มีสีเขียวปนน้ำตาล บางส่วนมีสาหร่ายปกคลุมบริเวณโคนต้น และพบดอกเพศผู้และดอกเพศเมียของหญ้าคาทะเล ในลักษณะและพื้นที่ต่าง ๆ กัน โดยดอกเพศเมียกำลังบาน พบมากบริเวณทิศตะวันตกของอ่าว และพบดอกเพศเมียกำลังจะบานบริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอ่าว ส่วนช่อดอกเพศผู้จะพบบริเวณทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกของอ่าว หญ้ากุยช่ายเข็มมีปริมาณการปกคลุมร้อยละ 50 - 100 เป็นส่วนใหญ่ มีสถานภาพสมบูรณ์ดี ถึงสมบูรณ์ดีมาก พบใบอ่อนจำนวนมาก มีสีเขียวอ่อน ส่วนใบแก่จะมีสีเขียวเข้มปนดำ (Figure 2)

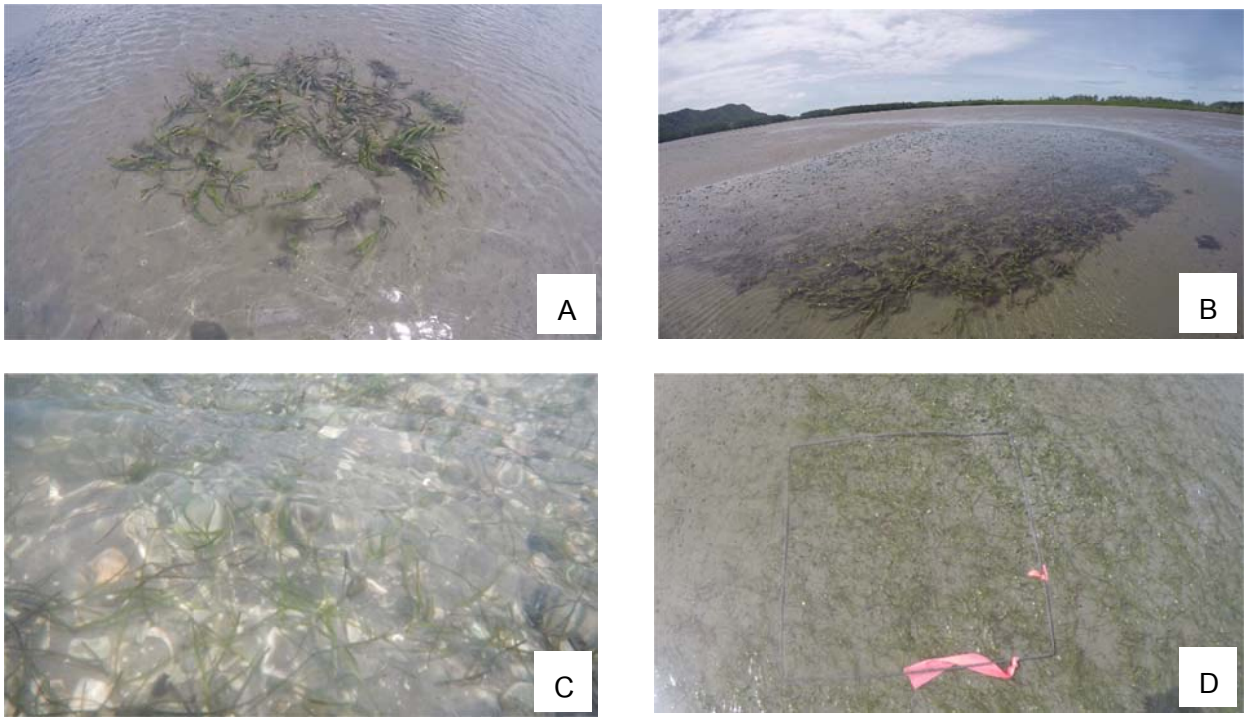


Figure 2 A, B: *Enhalus acoroides* and C, D: *Halodule pinifolia* in the study area.

ปริมาณการปกคลุมของหญ้าทะเล หญ้าคาทะเล (*E. acoroides*) มีปริมาณการปกคลุมสูงสุด 3 ลำดับ คือ ร้อยละ 72, 71 และ 66 ตามลำดับ ซึ่งบริเวณที่มีความหนาแน่นมากที่สุดจะอยู่ฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าว

หญ้ากุยช่ายเข็ม (*H. piniforlia*) มีปริมาณการปกคลุมสูงสุด 3 ลำดับ คือ ร้อยละ 100, 95 และ 90 ตามลำดับ บริเวณทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอ่าว (Figure 3)

การกระจายของหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

การกระจายของหญ้าทะเล 2 ชนิดในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนปี พ.ศ. 2559 หญ้าคาทะเลมีพื้นที่การกระจาย 1.37 ตารางกิโลเมตร กระจายอยู่บริเวณทิศตะวันตก และทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าว และพื้นที่การกระจายของหญ้ากุยช่ายเข็ม คือ 1.52 ตารางกิโลเมตร กระจายบริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกของอ่าว หญ้าทะเลทั้ง 2 ชนิด มีการกระจายทั้งแบบหญ้าทะเลชนิดเดียว (single-species seagrass) และแบบหญ้าทะเลกระจายปนกัน 2 ชนิด (multi-species seagrass) สถานภาพของหญ้าทะเลในอ่าวคุ้งกระเบนมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2534, 2548, 2557 และ 2558 (Figure 4)

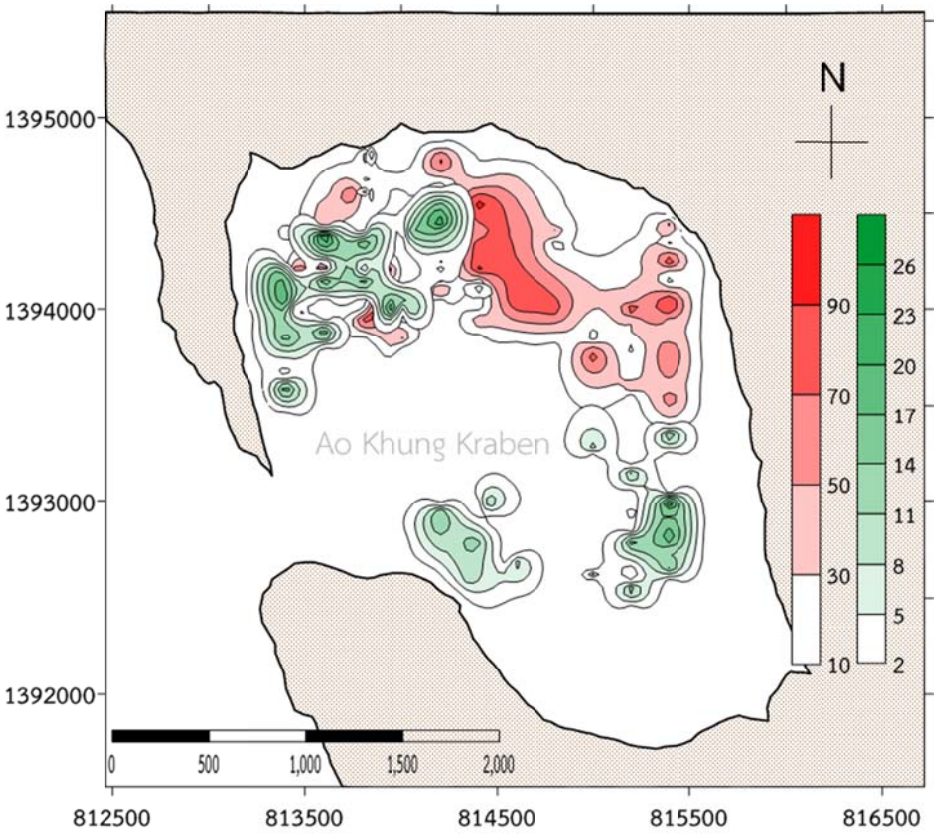


Figure 3 Covered rate and distribution of seagrass at Kung Kraben Bay in September 2016 (green: *E. acoroides* (number of shoot) and red: *H. pinifolia* (% coverage)).

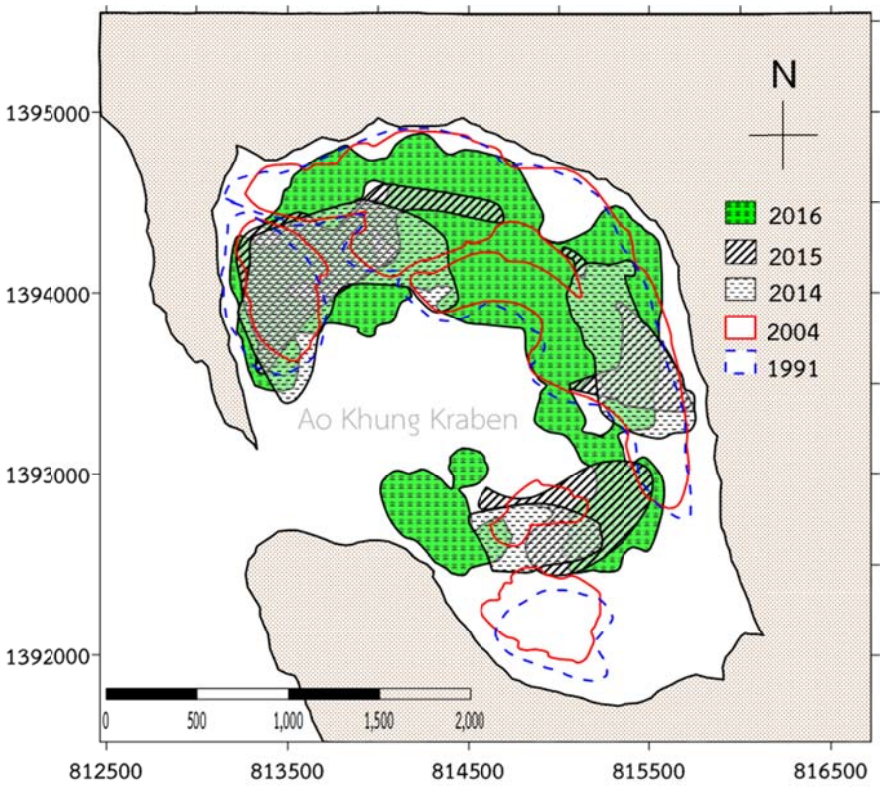


Figure 4 Comparison of seagrass distribution from difference years (1991, 2005, 2014, 2015 and 2016) in Ao Khung Kraben.

Source: Sudara *et al*., (1991); UNEP, (2004); Marine and coastal resource research and development institute, (2014 และ 2015)

สรุป

หญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน พบ 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าคาทะเลมีพื้นที่การกระจาย 1.37 ตารางกิโลเมตรปริมาณการปกคลุมร้อยละ 29 - 51 มีสถานภาพสมบูรณ์ปานกลาง และหญ้ากุยช่ายเข็มมีพื้นที่การกระจาย 1.52 ตารางกิโลเมตร ปริมาณการปกคลุมร้อยละ 50 - 100 มีสถานภาพสมบูรณ์ดี ไปจนถึงสมบูรณ์ดีมาก การกระจายของหญ้าคาทะเลพบได้ตั้งแต่ทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าว หญ้ากุยช่ายเข็มมีการกระจายบริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศเหนือ และทิศตะวันออกของอ่าว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ ทำวิจัย ในอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

เอกสารอ้างอิง

กุศล เรืองประเทืองสุข, นันทนา คชเสนี และ ณัฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2554. บทบาทของแหล่งหญ้าทะเลในการทดแทนกลุ่มประชากรปูม้า (*Portunus pelagicus*, 1758) ในอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี. **วารสารวิทยาศาสตร์** 65 (5): 87-90.

วราริน วงษ์พานิช, วิชัย สินอนันต์ และ สุธารัตน์ ชนะสกุลนิยม. 2551. **การศึกษาทรัพยากรสัตว์น้ำในแหล่งหญ้าทะเลโดยใช้เครื่องมือระวะ**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2551. 42 หน้า.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน. 2555. **รายงานการสำรวจและประเมินสถานภาพและศักยภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ตุลาคม 2554 - 30 มิถุนายน 2555**. 119 หน้า.

_____. 2557. **รายงานการสำรวจและประเมินสถานภาพและศักยภาพทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่ง: ปะการังและหญ้าทะเล ปี 2557**. 120 หน้า.

_____. 2558. **รายงานการสำรวจและประเมินสถานภาพและศักยภาพทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่ง: ปะการังและหญ้าทะเล ปี 2558**. 119 หน้า.

สมบัติ ภู่วชิรานนท์. 2555. การอนุรักษ์แหล่งหญ้าทะเลในน่านน้ำไทย. **วารสารทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง** 2 (4): 49-54.

Duarte, C. M. and H. Kirkman. 2001. Method for the measurement of seagrass abundance and depth distribution. 145-146. F. T. *in* Short and R. G. Coles. **Global Seagrass Research Methods**. Elsevier Science B. V., Amsterdam.

Hasegawa, N., M. Hori and H. Mukai. 2007. Seasonal shifts in seagrass bed primary producers in a cold-temperate estuary: Dynamics of eelgrass *Zostera marina* and associated epiphytic algae. **Aquatic Botany** 86: 337-345.

Kim, K., J. Choi, J. Ryu, H. J. Jeong, K. Lee, M. K. Park and K. Y. Kim. 2015. Observation of typhoon-induced seagrass die-off using remote sensing. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 154: 111-121.

Meñez, E. G., R. C. Phillips and H. P. Calumpong. 1983. Seagrass from the Philippines. **Smithsonian contributions to the marine sciences**. No.21. 40.

Pu, R. and S. Bell. 2013a. A protocol for improving mapping and assessing of seagrass abundance along the West Central Coast of Florida using Landsat TM and EO-1ALI/Hyperion images. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** 83: 116-129.

_____. 2013b. Mapping seagrass coverage and spatial patterns with high spatial resolution IKONOS imagery. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation** 54: 145-158.

Ratthanachot, E., F. T. Short and A. Prathep. 2016. *Enhalus acoroides* responses to experimental shoot density reductions in Chao Mai National Park, Trang Province, Thailand. **Marine Ecology** 37. 411-418.

Sudara, S., S. Nateekanjanalarp, T. Thamrongnawasawat, S. Satumanatpan and W. Chindonnirat. 1991. Survey of fauna associated with the seagrass community in Aow khung Krabane Chanthaburi, Thailand. 347-352. *In* **Proceedings of the Regional Symposium on Living Resources in Coastal Areas.**

Tomasko, D. A., C. A. Corbett, H. S. Greening and G. E. Raulerson. 2005. Spatial and temporal variation in seagrass coverage in Southwest Florida: assessing the relative effects of anthropogenic nutrient load reductions and rainfall in four contiguous estuaries. **Marine Pollution Bulletin** 50: 797-805.

UNEP. 2547. **รายงานสถานการณ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เล่มที่ 3-1 หญ้าทะเล**. เอกสารส่วนที่ 2 เล่มที่ 3/6. UNEP GEF Project on Reversing Environmental Degradation Trends in the South China Sea and Gulf of Thailand. 87 หน้า.

_____. 2548. **รายงานสถานการณ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เล่มที่ 3-1 หญ้าทะเล**. เอกสารส่วนที่ 3 เล่มที่ 3-1/6. UNEP GEF Project on Reversing Environmental Degradation Trends in the South China Sea and Gulf of Thailand. 169 หน้า.

Vichkovitten, T., 1998. Biomass, Growth and Productivity of Seagrass; *Enhalus acoroides* (Linn.f) in Khung Kraben Bay, Chanthaburi, Thailand. **Kasetsart J. (Nat. Sci)** 32 : 109-115.

ชีวประวัติเบื้องต้นของปูม้าลายแดง, *Portunus gladiator* (Fabricius, 1798) จากอวนจมปู จ.ระนอง

Life History of Gladiator swimming crab, *Portunus gladiator* (Fabricius, 1798) Caught by Bottom Gill Net, Ranong Province

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์[1*] วชิระ ใจงาม[2] วิสัย คงแก้ว[3] และ สหัส ราชเมืองขวาง[3]

Puntip Wisespongpand[1*], Wachirah Jaingam[2], Wisai Kongkaew[3] and Sahat Ratmuangkhwang[3]

บทคัดย่อ

ปูม้าลายแดง (Gladiator swimming crab*; Portunus gladiator*) เป็นปูเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความชุกชุมสูงที่ได้จากอวนจมปูบริเวณบ้านบางกล้วย จ.ระนอง และมีศักยภาพในการเป็นแหล่งอาหารทางเลือก ทำการศึกษาชีวประวัติของปูม้าลายแดง พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักตัวของปูม้าลายแดงทั้ง 2 เพศ เพศผู้ และเพศเมีย มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ $W = 0.00009L^{3.0463}$ ($r^2 = 0.9681$, $n = 164$), $W = 0.0002L^{2.9014}$ ($r^2 = 0.945$, $n = 135$) และ $W = 0.0005L^{2.6244}$ ($r^2 = 0.900$, $n = 29$) ตามลำดับ มีรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบ Isometric อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปูเพศผู้มีขนาดเฉลี่ยใหญ่กว่าปูเพศเมีย อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียสูงถึง 4.66:1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ความดกของไข่เฉลี่ย 158,856 ฟอง และกินสัตว์หลากหลายชนิดเป็นอาหาร (carnivorous) โดยพบเศษก้างปลาและเปลือกหอยมากที่สุด รวมทั้งรยางค์ของครัสเตเชียและเนื้อหมึกในกระเพาะอาหาร ปูม้าลายแดงพบชุกชุมบริเวณนอกชายฝั่งระนองจึงน่าจะมีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศทางทะเลด้วย การศึกษานี้ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ของปูม้าลายแดง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการทรัพยากรปูม้าลายแดงในธรรมชาติ และเพื่อพัฒนาปูม้าลายแดงเป็นปูเศรษฐกิจเพื่อการเพาะเลี้ยงต่อไป

ABSTRACT

The Gladiator swimming crab (*Portunus gladiator*) was one of the most abundance economic species caught by bottom gill net at Ban Bangkluay, Ranong. They had potential to used as alternative source of food. This study provided the knowledge of life history of *P. gladiator.* The significantly ($p<0.05$) relationships between carapace width and weight for both sexes, male and female were $W = 0.00009L^{3.0463}$ ($r^2 = 0.9681$, $n = 164$), $W = 0.0002L^{2.9014}$ ($r^2 = 0.945$, $n = 135$) and $W = 0.0005L^{2.6244}$ ($r^2 = 0.900$, $n = 29$), respectively. The pattern of growth was isometric. Male were almost bigger than female. The sex ratio of male to female was significant ($p<0.05$) at 4.66:1. The fecundity was 158,856 eggs. This crab was carnivorous, the stomach content showed a lot of fish bone, shell, crustacean appendages and squid. As it was the most abundant species, suggested the important role in Ranong's offshore ecosystem. This study provided new basic knowledge of *P.gladiator to develop as an economic crab for aquaculture* and for marine resources management.

Key Words: *Portunus gladiator*, bottom gill net, Ranong

*Corresponding author; e-mail address: ffisptp@ku.ac.th

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง ม.เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาประมง ฝ่ายสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ10900

[2]Museum of Fisheries (Natural history), Academic supporting division, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3]สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง

[3]Andaman Coastal Research Station for Development, Ranong Province

คำนำ

ปูเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ในปี พ.ศ.2555 ประเทศไทยมีปริมาณปูที่ถูกจับได้รวมทั้งการเพาะเลี้ยง 40,600 ตัน คิดเป็นมูลค่า 4,792 ล้านบาท โดยอวนจมปูเป็นเครื่องมือที่จับปูได้สูงสุดคือ 20,824 ตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 67.09 ของปริมาณปูที่จับได้ทั้งหมด และ จ.ระนองเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีปริมาณปูที่จับได้สูงโดยมีปริมาณเท่ากับ 696 ตัน (ศูนย์สารสนเทศกรมประมง, 2557) ปูที่ถูกจับได้จากอวนจมปูที่นำมาใช้เป็นอาหารมีเพียงไม่กี่ชนิด โดยมีชนิดหลักเพียงปูม้า (*Portunus pelagicus*) เท่านั้น ซึ่งในปัจจุบันจะพบว่าปูที่ถูกใช้เป็นอาหารเริ่มลดปริมาณลงตามการขยายตัวของการประมง มีการนำปูม้าขนาดเล็กมาใช้ประโยชน์มากขึ้น จึงจำเป็นจะต้องหาทางเลือกทดแทน โดยการนำปูกลุ่มอื่น ๆ ที่ได้จากอวนจมปูมาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น

ปูม้าลายแดง (*Potrunus gladiator*) เป็นปูที่อยู่ในวงศ์ Portunidae เช่นเดียวกับปูม้า พบแพร่กระจายทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน โดยพบตั้งแต่ชลบุรีไปถึงตราด สมุทรปราการ สมุทรสาคร ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี ตรัง ระนอง ภูเก็ต และพังงา (Naiyanetr, 2007) จากการศึกษาของวชิระและ คณะ (2550) ซึ่งเก็บตัวอย่างปูจากอวนจมปูบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย พบว่าปูขนาดเล็กซึ่งเป็นปูกลุ่มผลพลอยได้ เช่น *Portunus gracilimanus*, *Charybdis truncata*, *Thalamita crenata* รวมทั้ง *P. gladiator* เป็นปูที่ไม่นิยมบริโภคทั้งตัว แต่มีการนำเอาไปแกะเนื้อขาย ซึ่งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับปูเหล่านี้ ปูม้าลายแดงยังมีศักยภาพในการใช้เป็นแหล่งอาหารทางเลือกเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยในส่วนเนื้อมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น และเถ้าคิดเป็นร้อยละ 16.82±0.07, 0.18±0.03, 0.00, 81.19±0.25 และ 2.04±0.31 และในส่วนอวัยวะภายในมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น และเถ้าคิดเป็นร้อยละ 13.35±0.02, 2.78±0.07, 0.62±.011, 80.87±0.05 และ 2.37±0.01 ซึ่งที่น่าสนใจคือเนื้อปูม้าลายแดงปริมาณโปรตีนที่สูงกว่าและไขมันที่ต่ำกว่าปูม้า (*P. pelagicus*) ซึ่งมีค่าโปรตีนและไขมันร้อยละ 16.75 ±0.91 และ 0.68±0.46 รวมทั้งเนื้อปูม้าลายแดงไม่มีคาร์โบไฮเดรตเลยและมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2558ก) นอกจากนั้นปูม้าลายแดงยังมีศักยภาพในการนำเปลือกมาใช้เป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ โดยมีรายงานว่าเปลือกปูม้าลายแดงมีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 3.34±0.47 ซึ่งใกล้เคียงกับปูม้าคือ 3.40±0.38 ไมโครกรัมต่อกรัม (พันธุ์ทิพย์ และคณะ, 2558ข)

คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและศึกษาความหลากชนิดของปูบริเวณสถานีวิจัยเพื่อพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง และได้มีการสำรวจตัวอย่างปูที่ได้จากอวนจมปูในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พบว่าปูม้าลายแดงเป็นปูที่มีการซื้อขายที่มีปริมาณมากที่สุด โดยมีปริมาณการจับวันละประมาณ 300-500 กก. และมีปริมาณที่มากกว่าปูม้าด้วย โดยชาวประมงจะจำหน่ายให้พ่อค้าคนกลางที่จะนำไปต้มและแกะเนื้อขาย ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับปูม้าลายแดงมาก ด้วยปริมาณที่มีมาก มีการพัฒนาเป็นสินค้ามูลค่าเพิ่ม รวมทั้งคุณค่าทางอาหารสูง การศึกษานี้จึงทำการศึกษาชีวประวัติเบื้องต้นของปูม้าลายแดง ซึ่งยังไม่มีข้อมูลการศึกษาใดๆ ในประเทศไทยเลย เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพื่อการเพาะเลี้ยงให้เป็นปูเศรษฐกิจ เพื่อเป็นแหล่งอาหารทางเลือก และเพื่อการจัดการทรัพยากรปูม้าลายแดงในท้องทะเลไทยให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่า

อุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจและเก็บตัวอย่างปูม้าลายแดง (*P,gladiator*)

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างปูม้าลายแดงจากอวนจมปูที่บ้านบางกล้วย จ.ระนอง ซึ่งเป็นเรือประมงขนาดเล็ก ส่วนใหญ่เป็นเรือหางยาวมีความยาวประมาณ 6-8 ม. มีเนื้ออวนเป็นเอ็น ขนาดตาอวนประมาณ 8 ซม. ใช้อวนต่อกันความยาว 500-2,000 ม. แหล่งทำการประมงมีพื้นเป็นทรายปนโคลน ซึ่งอยู่บริเวณหน้าหาดประภาส หาดแหลมสน หมู่เกาะกำ เกาะไข่ใหญ่ และเกาะค้างคาว ($09^{\circ}23'50.5''$N- $098^{\circ}25'09.1''$E) เก็บตัวอย่างในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ได้ตัวอย่างปูทั้งสิ้น 164 ตัว เก็บรักษาตัวอย่างปูในตู้เย็นที่ 0°C

การศึกษาชีวประวัติของปูม้าลายแดง

ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา การเติบโต การสืบพันธุ์ และการกินอาหารของปู อ้างตามวิธีของไพเราะ และ ทัศพล (2544) ดังนี้

1. *การเติบโต (Growth)* : วัดขนาดความกว้างกระดองและชั่งน้ำหนักปู แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าดังต่อไปนี้

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองกับน้ำหนักตัว สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักโดยเฉลี่ยที่ขนาดความยาวใดๆ และใช้บอกรูปแบบการเติบโต โดยคำนวณจากสมการ

$$W = aL^b$$

(W = น้ำหนัก, L = ความกว้างกระดอง a = ค่าความถ่วงจำเพาะของสัตว์น้ำ และ b = อัตราส่วนของ specific growth rate)

จากนั้นทดสอบสมมุติฐานเพื่อยืนยันความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับความกว้างกระดองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยจะใช้ t- test ที่ $p<0.05$ ทดสอบค่าสหสัมพันธ์ (Population correlation coefficient , r) จากสูตร

$$u = \frac{r\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{1-r^2}}$$

1.2 รูปแบบการเจริญเติบโต เป็นตัวบ่งชี้ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนัก ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสัตว์น้ำ โดยพิจารณาจากค่า b ซึ่งมี 2 รูปแบบคือ Isomeric growth คือ การเติบโตที่ทุกส่วนของร่างกายเป็นสัดส่วนกันโดยตรง (b = 3) และ Allometric growth คือ การเติบโตที่รูปทรงของร่างกายเปลี่ยนแปลงไปในอัตราส่วนที่ไม่คงที่ (b = 2.5-4.0) โดยทำการทดสอบทางสถิติว่าปูม้าลายแดงมีการเติบโตแบบ Isometric growth (H_0 : b = 3) หรือไม่ จากสูตร

$$t_0 = (b-3)/s_b$$

(b = ค่ายกกำลัง, S_b = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ b)

2. *การสืบพันธุ์* :

2.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะทั่วไป ลักษณะก้าม ลักษณะจับปิ้ง และขนาดของปูเพศผู้และเพศเมีย

2.2 ศึกษาอัตราส่วนเพศ (sex ratio) ซึ่งใช้ในการคาดคะเนความสามารถในการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำ โดยตรวจนับจำนวนปูแต่ละเพศ และทดสอบความเหมาะสม (Testing for goodness of fit) ที่ $p<0.05$ โดยทดสอบค่าไคสแควร์ (chi-square value) ตามสมการ

$$\chi^2 = (f_1 - f_2)^2/n$$

(f_1, f_2 และ n = จำนวนเพศผู้ เพศเมีย และรวมทั้งสองเพศ)

2.3 ศึกษาความดกของไข่ (fecundity) โดยนำเพศเมียที่มีไข่พัฒนาในระยะที่ 5 โดยไข่จะไปเกาะอยู่ที่จับปิ้ง สุ่มตัวอย่างปูม้าลายแดงมา 20 ตัว ศึกษาความดกของไข่ตามสมการ

$$F = nG/g$$

(n = จำนวนของไข่ที่นับได้จากการสุ่มตัวอย่าง, G = น้ำหนักทั้งหมดของไข่, g = น้ำหนักของไข่ที่สุ่มตัวอย่าง)

3. การกินอาหาร : ศึกษาลักษณะอวัยวะที่ใช้ในการกินอาหารและองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารจากปูม้าลายแดง 20 ตัว ใช้กรรไกรผ่าตัดแยกเอาส่วนกระเพาะอาหารของปูออก จากนั้นผ่ากระเพาะให้แยกออกจากกันแล้วค่อยๆ ใช้เข็มเขี่ยเพื่อตรวจสอบชนิดอาหารภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ลักษณะสัณฐานวิทยาของปูม้าลายแดง

ปูม้าลายแดง (Gladiator swimming crab) เป็นปูที่อยู่ในวงศ์ Portunidae กระดองเป็นรูปพัดโค้งนูนเล็กน้อย ผิวกระดองมีขนปกคลุม มีลวดลายทั้งกระดอง ขอบท้ายกระดองกลมมน ขอบด้านข้างกระดองด้านหน้ามีฟัน 9 อัน มีขนาดเล็กเท่ากัน 8 อันและอันสุดท้ายมีขนาดใหญ่และยาวกว่าฟันอันอื่น ก้ามทั้งสองข้างมีขนาดใกล้เคียงกันมีรูปร่างเรียวยาว ขอบบนและล่างของปล้อง merus ของก้ามมีหนาม 4 และ 2 อัน ขาเดินคู่ที่ 2-4 คู่เรียวยาว ปล้อง propodus และ dactylus แบนเล็กน้อยคล้ายใบหอกมีขนสั้นปกคลุมที่ผิวด้านบน ขาเดินคู่ที่ 5 สองปล้องสุดท้ายแบนคล้ายใบพาย (paddle) ขาทุกคู่มีลวดลายตามยาวสีแดงสลับขาว หนวดคู่ที่ 1 พับขวางหรือเฉียง หนวดคู่ที่ 2 มีลักษณะยาวและเรียวเล็ก ช่องปากเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีความกว้างมากกว่าความยาว ปากปิดสนิท (Figure 1A,B) (ศุภลักษณ์, 2532; Dai and Yang, 1991)

การเติบโตของปูม้าลายแดง

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักของปูม้าลายแดง

จากการชั่งน้ำหนักและวัดความกว้างของกระดองของปูม้าลายแดงจำนวน 164 ตัว พบว่าปูม้าลายแดงที่นำมาศึกษาทั้งหมดมีขนาดใหญ่ที่สุดคือความกว้างกระดอง 97.43 มิลลิเมตร และน้ำหนักตัว 115.32 กรัม ส่วนปูที่มีขนาดเล็กที่สุดมีความกว้างกระดอง 53.88 มิลลิเมตร และน้ำหนักตัว 16.50 กรัม (Table 1) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักตัวของปูม้าลายแดงทั้ง 2 เพศ เพศผู้ และเพศเมีย พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ $W = 0.00009L^{3.0463}$ ($r^2 = 0.9681$, n = 164), $W = 0.0002L^{2.9014}$ ($r^2 = 0.945$, n = 135) และ $W = 0.0005L^{2.6244}$ ($r^2 = 0.900$, n = 29) ตามลำดับ (Figure 2) ซึ่งพบว่าความสัมพันธ์ของเพศผู้และเพศเมียแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการศึกษาชีววิทยาของปูอื่นๆ ที่เป็นปูในวงศ์ Portunidae และมีศักยภาพในการเป็นแหล่งอาหารปูทางเลือก เช่น ปูก้านตายาว (*Podophthalmus vigil*) บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก มีความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักตัวคือ เพศผู้ $W=0.110674L^{2.810368}$ เพศเมีย $W=0.147515\ L^{2.735783}$ และลักษณะความสัมพันธ์นี้ทั้งเพศผู้และเพศเมียไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (มาโนช และ วันชัย, 2537) ซึ่งค่อนข้างแตกต่างจากปูม้าลายแดงที่ความสัมพันธ์ระหว่างเพศผู้และเพศเมียแตกต่างกัน ในขณะที่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักของลูกปูลาย (*C.harybdis cruciata*) ระยะ post larva คือ $W = 0.1532L^{3.0700}$ (จารุวัฒน์ และ สมนึก, 2526) ซึ่งจะพบว่าค่า r^2 ใกล้เคียงกับปูม้าลาย

2. รูปแบบการเติบโต

ปูม้าลายแดงมีรูปแบบการเติบโตเป็นแบบ Isometric อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือจะมีการเจริญออกของร่างกายในสัดส่วนคงที่ ซึ่งคล้ายคลึงกับปูแมงมุมขอบหยัก (*Schizophrys aspera*) (พันธุ์ทิพย์ และคณะ, 2555) และปูไข่หลังเต่าแดง (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2556) แต่ต่างกับปูก้านตายาว (*P. vigil*) (มาโนช และ วันชัย, 2537) และปูฤาษีจุด (*Calappa philargius*) (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2559) ที่มีรูปแบบการเติบโตเป็นแบบ allometric growth

Table 1 Maximum, minimum and average of carapace width and weight of *P. gladiator*

P. gladiator	No.	Carapace width (mm)			Weight (g)		
	(inds.)	Maximum	Minimum	Average	Maximum	Minimum	Average
Both sexes	164	97.43	53.88	78.49	115.32	16.5	59.4
Male	135	97.43	55.89	81.7	115.32	20.99	66.03
Female	29	70.56	53.88	63.55	37.42	16.5	28.55



Figure 1 The morphology and stomach content of *Portunus gladiator*

A = posterior; B =anterior; C = abdomen of male (L), female (R); D = male (L) bigger than female (R)

E = Female with eggs; F = The crabs collected from bottom gill net

G = stomach content from L to R; fish bone; fish scale; shell; crustacea appendage; squid meat

การสืบพันธุ์ของปูม้าลายแดง

1. ความแตกต่างระหว่างปูม้าลายแดงเพศผู้และเพศเมีย

ปูม้าลายแดงเพศผู้มีจับปิ้งเรียว ปล้องท้องปล้องที่ 3-5 เชื่อมรวมกันและปล้องที่ 2 และ 1 ขยายกว้าง ส่วนเพศเมียปล้องท้องไม่เชื่อมรวม มีจับปิ้งกว้างกลม (Figure 1C) ปูม้าลายแดงเพศผู้ส่วนใหญ่มีขนาดเฉลี่ยใหญ่กว่าปูเพศเมีย (Figure 1D) ซึ่งคล้ายคลึงกับปูก้านตายาว (*P. vigil*) (มาโนช และ วันชัย, 2537) ปูม้าลาย (*C. cruciata*) (เขียน, 2520ข) ปูใบ้หลังเต่าแดง (*A. integerrimus*) (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2556) แต่แตกต่างจากปูแมงมุมขอบหยัก (*S. aspera*) (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2555) และปูฤาษีจุด (*C. philargius*) (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2559) โดยปูม้าลายแดงเพศผู้มีขนาดความกว้างกระดองเฉลี่ย 81.7 มม. และน้ำหนักเฉลี่ย 66.03 กรัม ในขณะที่เพศเมียมีขนาดความกว้างกระดองเฉลี่ยเพียง 63.55 มม. และน้ำหนักเฉลี่ย 28.55 กรัม (Table 1) และปูเพศผู้ที่มีขนาดเล็กที่สุดก็ยังมีขนาดใหญ่กว่าปูเพศเมียที่มีขนาดใหญ่ที่สุด (Figure 1A) สำหรับก้ามและขาเดินของทั้งปูม้าลายแดงเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากปูแมงมุมขอบหนาม (*S. aspera*) ที่เพศผู้มีก้ามที่มีขนาดใหญ่และยาวกว่าปูเพศเมียมาก (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2555)

2. อัตราส่วนเพศ

ปูม้าลายแดงเพศผู้มีอัตราส่วนไม่เท่ากับเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีอัตราส่วนเพศระหว่างเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 4.66 : 1 ซึ่งคล้ายคลึงกับปูส่วนใหญ่ที่มีอัตราส่วนเพศผู้สูงกว่าเพศเมีย แต่อัตราส่วนเพศปูม้าลายแดงระหว่างเพศผู้และเพศเมียมีความแตกต่างกันมากเมื่อเปรียบเทียบกับปูชนิดอื่น ๆ เช่น ปูม้าลาย (*C. cruciata*) เท่ากับ 1.15 : 1 (เขียน, 2520ก) ปูใบ้หลังเต่าแดง 2.18:1 (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2556) แต่แตกต่างจากปูม้า (*P. pelagicus*) บริเวณฝั่งอันดามันที่มีอัตราส่วนเพศผู้น้อยกว่าเพศเมียคือ 1:1.11 (จินตนา และ คณะ, 2554) และปูฤาษีจุด (*C. philargius*) เท่ากับ 1:3.48 และปูบางชนิดมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1 : 1 เช่น ปูแมงมุมขอบหนาม (*S. aspera*) (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2555) และปูจักจั่น (*Ranina ranina*) (ทัศพล และ สายจิตร, 2542) นอกจากนั้นยังพบว่าปูที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมีอัตราส่วนเพศแตกต่างจากปูในธรรมชาติ เช่น การทดลองเพาะเลี้ยงปูลาย (*C. cruciata*) พบว่าอัตราส่วนเพศผู้สูงกว่าเพศเมีย เกิดจากสภาพจำกัดในบ่อเลี้ยง มีผลให้เพศผู้เจริญเติบโตเร็วกว่า สามารถอยู่รอดได้ดีกว่า และยังอาจจะกินเพศเมียซึ่งตัวเล็กกว่าอีกด้วย (จารุวัฒน์ และ สมนึก, 2526)

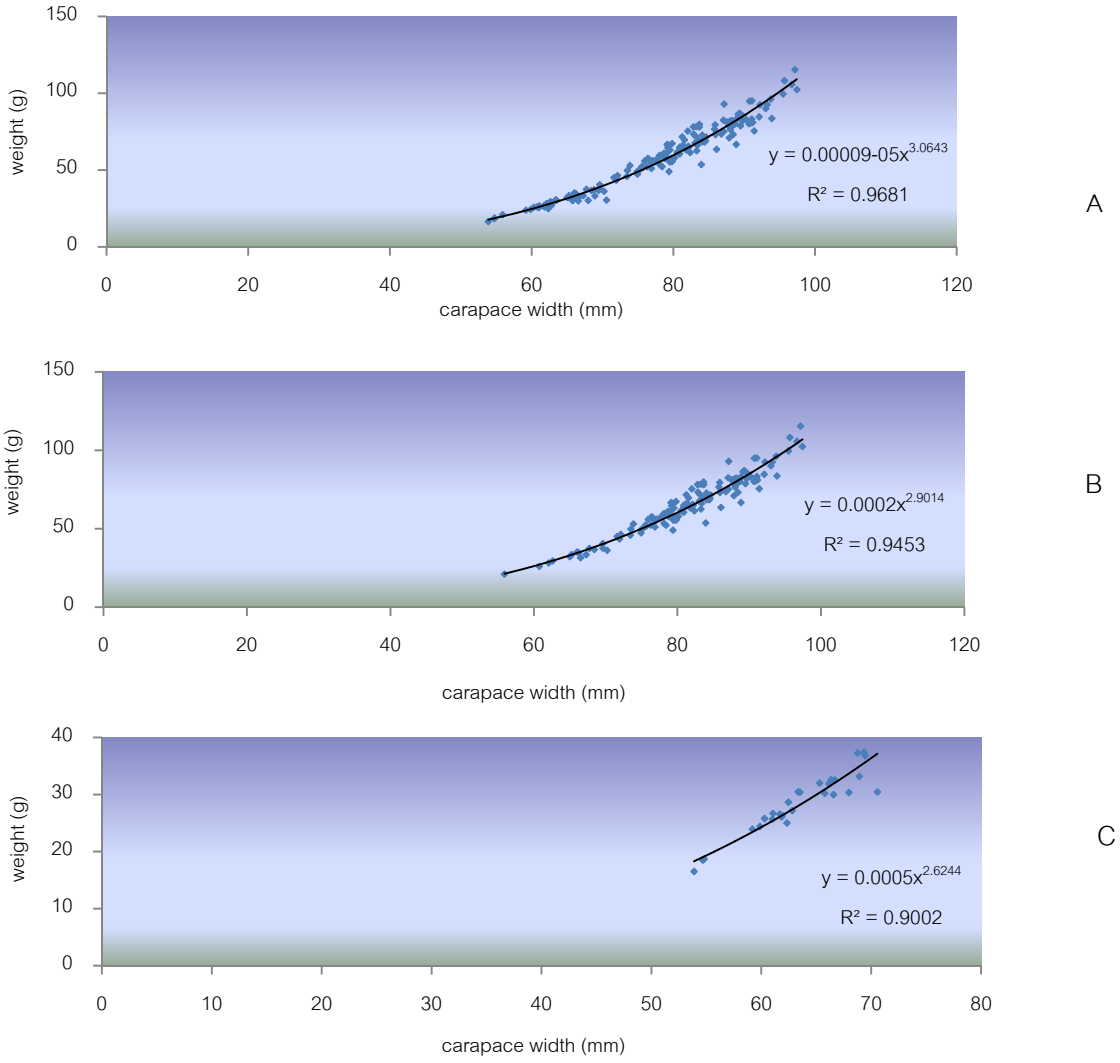


Figure 3 The relationship between carapace width and weight of *Portunus gladiator*
A = Both sexes; B = Male; C = Female

3. ความดกของไข่

ปูม้าลายแดงเพศเมียที่ถึงวัยเจริญพันธุ์ระยะสุดท้ายคือระยะที่ 5 มีขนาดความกว้างกระดองระหว่าง 54.76-69.44 มม. และน้ำหนักระหว่าง 18.5-37.26 กรัม มีไข่ที่จับปิ้งเป็นสีเหลืองเข้มถึงส้ม มีความดกไข่

เฉลี่ย 158,856 ฟอง ซึ่งเมื่อเทียบกับปูในวงศ์เดียวกัน เช่น ปูม้า (*P. pelagicus*) มีความดกไข่เฉลี่ยถึง 998,292 ฟอง เนื่องจากปูม้าเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าปูม้าลายแดงมาก โดยมีขนาดความกว้างกระดองเฉลี่ย 9.58-13.36 ซม. (จินตนา และ คณะ, 2554) ซึ่งใกล้เคียงกับที่เขียน (2520ก) ได้รายงานว่าปูม้ามีความดกไข่เฉลี่ย 713,790 ฟอง สำหรับปูก้านตายาว (*P. vigil*) ซึ่งมีขนาดเฉลี่ยใกล้เคียงกับปูม้า โดยมีขนาดความกว้างกระดองที่เริ่มสืบพันธุ์ได้ของปูเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 7.6 และ 7.9 เซนติเมตร มีค่าความดกไข่โดยเฉลี่ยสูงถึง 1,308,759 ฟอง (มาโนช และ วันชัย, 2537) และปูม้าลาย (*C. cruciata*) มีความดกไข่เฉลี่ย 795,804 ฟอง (เขียน, 2520ข) ซึ่งปูในวงศ์ Portunidae ส่วนใหญ่มีค่าความดกไข่เฉลี่ยสูงกว่าปูในวงศ์อื่น ๆ เช่น ปูแมงมุมขอบหนาม (*S. aspera*) มีความดกไข่เพียง 81,926.32 (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2555) และปูจักจั่นมีความดกของไข่ต่ำมากคือ 9,233-65,723 ฟอง (ทัศพล และ สายจิตร, 2542) ในปูฤาษีจุด (*C. philargius*) ซึ่งเพศเมียมีขนาดใหญ่จะมีความดกไข่ถึง 307,714.50 (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2559)

การกินอาหารของปูม้าลายแดง

ปูม้าลายแดงมีลักษณะปลายก้ามที่เรียวยาวมีฟันที่แหลมคม และเคลื่อนที่ได้ทั้งเดินและว่ายน้ำ ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของปูที่เป็นนักล่าที่สามารถใช้ก้ามหนีบจับสัตว์อื่นกินเป็นอาหารได้ (Warner, 1977) จากการศึกษาองค์ประกอบในกระเพาะอาหารพบกระดูกปลาและเกล็ดปลามากที่สุด รองลงมาคือเปลือกหอย นอกจากนั้นยังพบรยางค์ของครัสเตเชียและเนื้อหมึก แสดงว่าปูม้าลายแดงเป็นปูที่กินสัตว์เป็นอาหาร (carnivorous) ที่น่าสนใจคือพบเศษเอ็นซึ่งเป็นวัสดุในการทำอวนจมปูอยู่ในกระเพาะอาหารของปูม้าลายแดงด้วยคล้ายคลึงกับที่พบในกระเพาะของปูใบ้หลังเต่าแดง (*A. integerrimus*) (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2556) แสดงว่าก้ามปูและฟัน (mandible) น่าจะแหลมคมและมีความแข็งแรงมาก ปูม้าลายแดงจึงน่าจะเป็นนักล่าที่มีประสิทธิภาพในท้องทะเล ซึ่งน่าจะมีบทบาทต่อโครงสร้างประชาคมของสัตว์ทะเลในบริเวณ จ. ระนองที่มีปูม้าลายแดงอยู่ชุกชุม องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะของปูม้าลายแดงคล้ายคลึงกับที่พบในปูม้า (*P. pelagicus*) ซึ่งพบปลามากที่สุด (สมนึก, 2519) ในขณะที่เขียน (2520ก) พบว่าในกระเพาะของปูม้ามี crustacean มากที่สุด รวมทั้งในปูลาย (*C. cruciata*) ก็พบ crustacean มากที่สุด รองลงมาคือปลา ปลาหมึก สาหร่าย หอย และไดอะตอม (เขียน, 2520ข)

สรุป

ปูม้าลายแดงเป็นปูที่พบปริมาณมากที่สุดที่เก็บได้จากอวนจมปูบ้านบางกล้วย จ.ระนอง จากการศึกษาชีวประวัติบี้องต้นพบว่าความกว้างกระดองและน้ำหนักตัวของปูม้าลายแดงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ค่า r^2 มีค่าถึง 0.9681 มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบ Isometric เพศผู้มีขนาดใหญ่กว่าเพศเมียอย่างชัดเจน และมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียสูงถึง 4:1 ความดกของไข่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับปูในวงศ์ Portunidae เนื่องจากปูม้าลายแดงมีขนาดที่เล็กกว่า และปูม้าลายแดงเป็นปูที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหาร อย่างไรก็ตามควรทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างปูม้าลายแดงให้ครบในรอบปี รวมทั้งศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขนาดที่จับได้ในแต่ละฤดู และฤดูวางไข่ด้วย ข้อมูลชีวประวัติที่ได้จากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงปูม้าลายแดงให้เป็นแหล่งอาหารทางเลือกทดแทนปูม้า หรือการเพาะเลี้ยงเพื่อการปล่อยลูกพันธุ์คืนสู่ธรรมชาติ รวมทั้งการจัดการทรัพยากรปูม้าลายแดงในท้องทะเลให้ใช้ประโยชน์โดยการประมงอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน และปูม้าลายแดงเป็นปูที่กินสัตว์หลากหลายเป็นอาหารและมีปริมาณมากในพื้นที่ จ. ระนอง จึงน่าจะมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศทางทะเลด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องความหลากชนิดและการแพร่กระจายของปูบริเวณสถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง รหัส ก-ษ(ด) 8.58 ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิง

เขียน สิทธิอนุวงศ์. 2520ก. **การศึกษาชีวประวัติของปูม้า** *Portunus pelagicus* Linnaeus **ในอ่าวไทย**. รายงานประจำปี 2520. กองประมงทะเล, กรมประมง. 22 น.

เขียน สิทธิอนุวงศ์. 2520ข. **การศึกษาชีวประวัติของปูลาย** *Charybdis cruciata* (Herbst) **ในอ่าวไทย**. รายงานประจำปี 2520. กองประมงทะเล, กรมประมง. 47 น.

จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ และ สมนึก กบิลรัตน์. 2526. **การทดลองเพาะเลี้ยงปูลาย**, *Charybdis cruciata* (Herbst). รายงานวิชาการฉบับที่ 3/2526. สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดระยอง.

จินตนา จินดาลิขิต, ธิดารัตน์ คงชัย, กมลรัตน์ พุทธรักษา และ บุญศรี จารุธรรมโสภณ. 2554. **ฤดูวางไข่ ความดกไข่ และอัตราส่วนเพศของปูม้าในน่านน้ำไทย**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2554. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน (สมุทรปราการ).

ทัศพล กระจ่างดารา และ สายจิตร เหมทานนท์. 2542. การศึกษาลักษณะทางชีววิทยาเบื้องต้นของปูจักจั่น *(Ranina ranina* (Linnaeus) ทางฝั่งทะเลอันดามันของไทย. **วารสารการประมง** 52(1): 30-37.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์, ภาวิณี อังกุลดี, ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ และ กนกวรรณ ขาวด่อน. 2555. การแพร่กระจายและชีวประวัติเบื้องต้นของปูแมงมุมขอบหนาม (*Schizophrys aspera*) ในแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะล้าน จ.ชลบุรี, น.525-533. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 50 (สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ ประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์, ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์, อัญชลี จันทร์คง และ วีระพงษ์ ศรีโฉมงาม. 2556. ชีวประวัติเบื้องต้นและความเป็นพิษของปูใบ้หลังเต่าแดง (*Atergatis integerrimus*) บริเวณชายฝั่งหมู่เกาะมัน จ.ระยอง, น.365-372. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 51 เล่มที่ 2 สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์, ดวงเดือน วารีวะนิช และ กนกวรรณ ขาวด่อน. 2558ก. คุณค่าทางโภชนาการของปูจากอวนจมปูที่ใช้เป็นแหล่งอาหารทางเลือก, น. 1288-1298. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 53**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์, ภัทรรัตน์ เอี่ยมสอาด, ดวงเดือน วารีวะนิช และ กนกวรรณ ขาวด่อน. 2558ข. แคโรทีนอยด์จากเปลือกปูที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่จับได้จากอวนจมปู, น. 1342-1349. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์ วชิระ ใจงาม ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ และ กนกวรรณ ขาวด่อน. 2559. ชีวประวัติเบื้องต้นของปูฤาษีจุดและพฤติกรรมการกินหอยเป็นอาหาร, น. 938-946. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 54 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล่มที่ 1**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพเราะ ศุทธากรณ์ และ ทัศพล กระจ่างดารา. 2554. **คู่มือการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยด้านชีวประวัติสัตว์ทะเล**. กลุ่มชีวประวัติสัตว์ทะเล ศูนย์พัฒนาประมงชายฝั่งอันดามัน จังหวัดภูเก็ต กองประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

มาโนช รุ่งราตรี และ วันชัย ไล้ทิม. 2537. **ชีววิทยาบางประการของปูตายาว** *Podophthalmus vigil*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 45. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก, กองประมงทะเล, กรมประมง.

วชิระ ใจงาม, พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์ และ ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์. 2550. การศึกษาความหลากชนิดของปูที่ได้จากการทำประมงอวนลอยปูในประเทศไทย, น. 603-612. **ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 45 (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศุภลักษณ์ วิรัชพินทุ 2532. **อนุกรมวิธานของปูปอร์ทูนิดในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง. 2557. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ.2555**. เอกสารฉบับที่ 9/2555, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมนึก ใช้เทียมวงศ์. 2519. **การศึกษาชีวประวัติบางประการของปูม้า *Portunus pelagicus* Linnaeus ในอ่าวไทย**. รายงานประจำปี 2519. กองประมงทะเล, กรมประมง. 47 น.

Dai, A. and Yang, S. 1991. **Crabs of the China Seas**. China Ocean Press. Beijing.

Naiyanetr, P. 2007. **Check List of Crustacean Fauna in Thailand**. Office for Environmental Policy and Planning, Bangkok. 196 p.

ความหลากชนิด ความหนาแน่น และการแพร่กระจายของกลุ่มปูทหาร บริเวณหาดทรายรอบสถานีวิจัยเพื่อพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง

Species richness, density and distribution of soldier crabs in sandy beach around Andaman Coastal Research Station for Development, Ranong Province

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์[1*] วชิระ ใจงาม[2] วิสัย คงแก้ว[3] และ สหัส ราชเมืองขวาง[3]

Puntip Wisespongpand[1*], Wachirah Jaingam[2], Wisai Kongkaew[3] and Sahat Ratmuangkhwang[3]

บทคัดย่อ

หาดทรายบริเวณสถานีวิจัยเพื่อพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง เป็นที่อยู่อาศัยของกลุ่มปูทหารที่มีเอกลักษณ์ที่แตกต่างจากหาดทรายอื่น ๆ คือพบปูทหารถึง 4 ชนิด ได้แก่ *Dotilla intermedia, Dotilla myctiroides*, *Scopimera* sp. และ *Mictyris thailandensis* ที่น่าสนใจคือหาดทรายผสมด้านตะวันออกเฉียงเหนือ พบปูทหารอาศัยอยู่ด้วยกันถึง 3 ชนิดคือ *Scopimera* sp., *D. intermedia* และ *D. myctiroides* ที่ความหนาแน่นเฉลี่ย 27±9.08, 17.5±6.36 และ 4.8±1.41 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในขณะที่หาดประพาสซึ่งอยู่ด้านตะวันตกพบเฉพาะปูทหารชนิด *D. intermedia* ที่ความหนาแน่น 48±10.79 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนหาดทรายปนเลนด้านตะวันออกเฉียงใต้และหาดทรายหยาบด้านตะวันออกพบเฉพาะปูทหารชนิด *M. thailandensis* ที่ความหนาแน่น 4.67±1.41 และ 6 ตัวต่อตารางเมตร ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของปูทหารในพื้นที่การศึกษานี้ ได้แก่ ความลาดชันของหาด ลักษณะของตะกอนทราย ปริมาณน้ำในทราย และการมีอวัยวะพิเศษสำหรับดูดซับน้ำและหายใจคือ setae และ tympana การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่สถานีวิจัยนี้มีระบบนิเวศหาดทรายแบบผสม ทำให้มีความหลากชนิดของปูกลุ่มปูทหารสูงและมีความเป็นเอกลักษณ์ ซึ่งน่าจะส่งผลทำให้เกิดประชาคมสิ่งมีชีวิตในหาดทรายที่แตกต่างจากบริเวณพื้นที่อื่นๆ

ABSTRACT

The sandy beaches around Andaman Coastal Research Station for Development, Ranong Province were unique habitats for soldier crabs which 4 species were found namely, *Dotilla intermedia, Dotilla myctiroides*, *Scopimera* sp. and *Mictyris thailandensis*. The most interesting area was the mix sandy beach on northeastern part which 3 species of soldier crabs namely, *Scopimera* sp., *D. intermedia* and *D. myctiroides* lived together at the densities of 27±9.08, 17.5±6.36 and 4.8±1.41 inds./m^2, respectively. While only *D. intermedia* was found on Prapas beach on the western part at the density of 48±10.79 inds./m^2. The sand-muddy beach on southeastern part and the small coarse sand on eastern part of the station found only *M. thailandensis* at the densities of 4.67±1.41 and 6 inds./m^2, respectively. The factors which influence on the distribution of soldier crabs in this study area were beach slope, sediment type, water content in the sand and the specialized organs for adsorbing water and respiration which were setae and tympana. This study indicated that the mix sandy beaches around this station had high species diversity of soldier crabs that were unique and may caused the communities of marine organisms in these sandy beaches differed from other sandy beaches.

Key Words: *Dotilla intermedia, Dotilla myctiroides*, *Scopimera* sp., *Mictyris thailandensis*, Ranong

*Corresponding author; e-mail address: ffisptp@ku.ac.th

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง ม.เกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาประมง ฝ่ายสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] Museum of Fisheries (Natural history), Academic supporting division, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

[3]สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง

[3]Andaman Coastal Research Station for Development, Ranong Province

คำนำ

ปูทหาร (soldier crab) เป็นปูที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศหาดทราย พบแพร่กระจายในเขตน้ำขึ้นน้ำลง มักอยู่รวมกันเป็นจำนวนมหาศาล มีการประมาณการว่าบนแนวหาดแหลมสน จ.ระนอง น่าจะมีปูทหารแพร่กระจายอยู่ไม่น้อยกว่า 20 ล้านตัว (Allen *et al*., 2011) ปูทหารมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถอาศัยอยู่บนหาดทราย เช่น มีรูปร่างกะทัดรัด มีขาเดินที่ยาว มีก้านตายาว เพื่อให้สามารถวิ่งหลบหลีกศัตรูได้อย่างรวดเร็ว มีความสามารถในการขุดรู มีก้ามที่โค้งงอเพื่อตักอาหาร มีขนรูปช้อนในช่องปากเพื่อคัดเลือกอินทรีย์สารจากตะกอนทราย (Warner, 1977; Ansell, 1988) รวมทั้งมีการปรับตัวทางด้านสรีระวิทยาเพื่อให้อยู่ในที่แห้งบนเขตน้ำขึ้นน้ำลงได้ เช่น มีขน (setae) ที่สามารถดูดซับน้ำได้เพื่อใช้ในกระบวนการ osmoregulation และมีแผ่นเมมเบรน (tympana) ที่ใช้ในการหายใจ (Hartnoll, 1973; Mailtand, 1986) สัญลักษณ์ที่สำคัญของการแพร่กระจายของปูทหาร คือ เม็ดทรายที่เป็นก้อนกลมเล็ก ๆ บนพื้นทราย ที่เกิดจากการกินอินทรีย์สารบนเม็ดตะกอน (deposit feeding) ซึ่งกระบวนการขุดรูและกินอาหารของกลุ่มปูทหารทำให้เกิดการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนตะกอน ส่งผลให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารและการไหลของพลังงานในระบบนิเวศหาดทราย ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในทราย ทำให้เกิดดินตะกอนที่มีคุณภาพเหมาะสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยให้กับสัตว์ขนาดเล็ก และยังช่วยเพิ่มอัตราการย่อยสลายในดินตะกอนด้วย (Warner, 1977) ในการศึกษาการกินอาหารของปูทหาร *Dotilla myctiroides* บริเวณอ่าวตังเข็น จ.ภูเก็ต ซึ่งมีความหนาแน่น 91 ตัว/ตร.ม. พบว่าทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายตะกอนกว่า 540 กก./ตร.ม./ปี โดย 33% มาจากการขุดรูและ 67% มาจากการกินอาหาร (Bradshaw and Scoffin, 1999) กลุ่มปูทหารจึงเป็นสัตว์ที่มีบทบาทที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่า environment service และปูทหารยังเป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์ที่หากินในหาดทราย เช่น ปูลม นกทะเล ดังนั้นหาดทรายที่มีปูทหารชุกชุมจึงเป็นหาดทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ นอกจากนั้นปูทหารยังเป็นปูที่มีการปรับตัวได้ดีต่อการถูกคุกคามโดยมนุษย์ สามารถอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีนักท่องเที่ยวได้ แต่ถ้ามีการคุกคามที่ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยถูกทำลายหรือการได้รับมลพิษอย่างรุนแรงจึงจะส่งผลต่อปูทหาร (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2552) ดังนั้นปูทหารจึงน่าจะใช้เป็นดัชนีชี้วัดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศหาดทรายได้

ปูทหารที่พบแพร่กระจายในหาดทรายในประเทศไทย ได้แก่ ปูทหารในสกุล *Dotilla* 2 ชนิด คือ *D. wichmanni* ซึ่งพบแพร่กระจายเฉพาะบริเวณฝั่งอ่าวไทย และ *D. myctiroides* ที่พบแพร่กระจายทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน ปูทหารในสกุล *Scopimera* มีรายงานพบ 3 ชนิด คือ *S. intermedia* บริเวณอ่าวไทย *S. piluta* บริเวณภูเก็ตและฝั่งอันดามัน และ *S. proxima* พบบริเวณอ่าวไทย ภูเก็ต และฝั่งอันดามัน และปูทหารในสกุล *Mictyris* 1 ชนิด คือ *M. longicarpus* บริเวณ จ.ชลบุรี (Naiyanetr, 2007) ในปี ค.ศ. 2011 ได้มีรายงานการศึกษาครั้งแรกของประเทศไทยสำหรับปูทหารชนิด *Dotilla intermedia* บริเวณอุทยานแห่งชาติแหลมสน หาดประพาส และบางเบน จ.ระนอง (Allen *et al*., 2011) และในปี ค.ศ.2013 ได้มีรายงานพบปูทหารใหญ่ชนิดใหม่ของโลก คือ *Mictyris thailandensis* บริเวณชายหาดปากบารา จ.สตูล (Davie *et al*., 2013) ทั้งนี้ปูทหารแต่ละชนิดมีการแพร่กระจายในพื้นที่ต่าง ๆ โดยปัจจัยที่จำกัดการแพร่กระจายของปูทหาร ได้แก่ ความลาดชันของหาด ชนิดของตะกอนทราย ระดับน้ำขึ้นน้ำลง ปริมาณน้ำในทราย คลื่นลม เพศ ขนาด สิ่งกีดขวาง (Allen, 2010) รวมทั้งพฤติกรรมของปูและลักษณะรูปร่างของหาด (Pereira *et al*., 2000)

บริเวณรอบ ๆ สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง ประกอบด้วยแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญในระบบนิเวศทางทะเลที่หลากหลาย โดยเฉพาะหาดทรายที่มีอยู่โดยรอบสถานีวิจัย ฯ ที่มีลักษณะเป็นหาดแบบผสม นอกจากนั้นบริเวณสถานี ฯ ยังเคยได้รับผลกระทบจากภัยคลื่นยักษ์สึนามิในปี พ.ศ. 2547 ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของหาดทรายบริเวณรอบ ๆ สถานีด้วย ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาความหลากชนิด ความหนาแน่น และการแพร่กระจายของกลุ่มปูทหารในหาดทรายโดยรอบสถานีวิจัย ฯ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นองค์ความรู้พื้นฐานสำหรับการศึกษาทรัพยากรชีวภาพในพื้นที่สถานีวิจัย ฯ เพื่อประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรชีวภาพชายฝั่งอันดามันต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปูทหารจากหาดทรายรอบๆ สถานีวิจัยฯ ในช่วงระหว่างวันที่ 2-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2558 โดยมีสถานีเก็บตัวอย่างดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งแบ่งพื้นที่ศึกษาหลักๆ เป็น 4 พื้นที่ คือ

1. หาดทรายที่อยู่ด้านตะวันตกของสถานีวิจัย ฯ คือหาดประพาส ($09^{o}21'49.0''$N, $098^{o}23'44.5''$) เป็นหาดขนาดใหญ่ยาวประมาณ 3 กม. อยู่ติดกับทะเลเปิด มีความลาดชันต่ำ มีลักษณะเป็นทรายปนเลน ทำการเก็บตัวอย่าง 6 สถานี (A1-A6)

2. หาดทรายด้านตะวันออกเฉียงเหนือของสถานีวิจัยฯ ($09^{o}23'04.3''$N, $098^{o}23'54.2''$) เป็นหาดทรายผสม เกิดจากการสะสมของทรายที่ถูกพัดพาในช่วงที่เกิดสึนามิในช่วงปี พ.ศ.2547 ด้านหนึ่งติดกับปากคลองกำพวนซึ่งสองด้านของฝั่งคลองเป็นป่าชายเลน อีกด้านติดกับหาดประพาส ตอนบนของหาดมีลักษณะทรายหยาบ ตอนกลางของหาดเป็นหาดทรายปนเลน และตอนล่างติดกับเขตน้ำลงต่ำสุดเป็นหาดเลน ทำการเก็บตัวอย่าง 6 สถานี (B1-B6)

3. หาดทรายด้านตะวันออกเฉียงใต้ของสถานีวิจัยฯ ($09^{o}22'38.0''$N, $098^{o}23'55.4''$) อยู่ติดกับคลองกำพวนและป่าชายเลน มีท่าขึ้นปลาขนาดเล็ก เป็นหาดทรายปนเลน โดยด้านบนเป็นทราย ตอนล่างเป็นเลนสีดำ ทำการเก็บตัวอย่าง 3 สถานี (C1-C2)

4. หาดทรายขนาดเล็กด้านตะวันออกของสถานี อยู่ด้านหน้าของป่าแสม ด้านข้างเป็นป่าหญ้า เป็นหาดขนาดเล็กซึ่งคาดว่าเกิดจากการสะสมของทรายที่ถูกพัดพาในช่วงที่เกิดสึนามิใน พ.ศ.2547 โดยด้านบนเป็นทรายหยาบและด้านล่างเป็นเลนสีดำ ทำการเก็บตัวอย่าง 1 สถานี (D1)

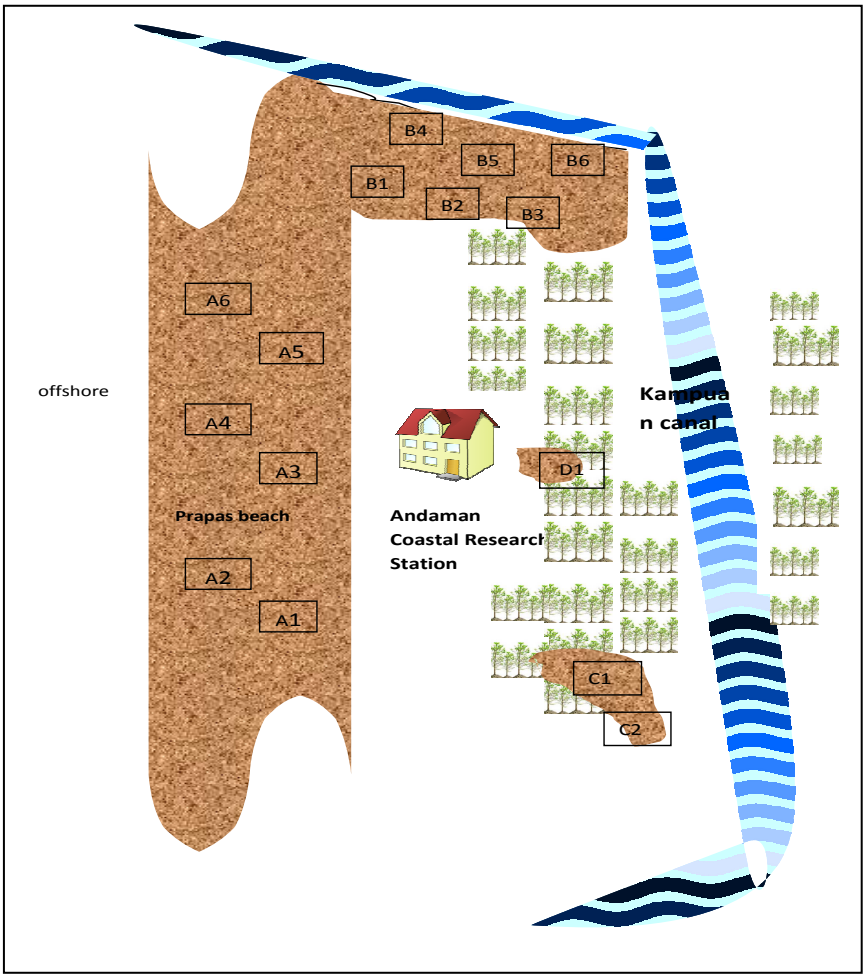


Figure 1 The location of sampling stations around Andaman Coastal Research Station

การเก็บตัวอย่างปูทหาร

ใช้ Quadrat ขนาด 30 x 30 ซม. สุ่มวางตามสถานีเก็บตัวอย่างที่แสดงใน Figure 1 จากนั้นใช้พลั่วมือขุดทรายใส่ในตะแกรงร่อนขนาด 1 มม. ร่อนแยกทรายออกจากปู และเก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 70%

การจำแนกชนิดและนับจำนวนของปูทหาร

นำตัวอย่างปูมาจำแนกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยตัวอย่างปูทหารในวงศ์ Ocypodidae ซึ่งมี 2 สกุลหลักคือ *Dotilla* และ *Scopimera* ปูในสกุล *Dotilla* ใช้วิธีการจำแนกของ Allen *et al*. (2011) ส่วนปูในสกุล *Scopimera* จำแนกตาม Kemp (1919) ส่วนปูทหารในวงศ์ Mictyridae ซึ่งอยู่ในสกุล *Mictyris* ทำการจำแนกชนิดตามรายงานของ Davie *et al*. (2013) ศึกษาความหนาแน่นของปูทหาร โดยตรวจนับจำนวนปูที่พบในแต่ละ quadrat และคำนวณเป็นจำนวนตัวต่อตารางเมตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความหลากชนิดของปูทหารบริเวณรอบสถานีวิจัยฯ

จากการศึกษาความหลากชนิดของปูในกลุ่มปูทหารบริเวณรอบสถานีวิจัยฯ พบว่ามีปูทหาร 4 ชนิด ได้แก่ *Dotilla intermedia*, *Dotilla myctiroides, Scopimera* sp. และ *Mictyris thailandensis* (Table 1, Figure 2) ซึ่งที่น่าสนใจคือมีทั้งมีปูชนิดใหม่ของโลกที่พบในประเทศไทย คือ *M. thailandensis* (Davie *et al*., 2013) และปูที่เป็นรายงานการศึกษาแรกของประเทศไทย คือ *D. intermedia* (Allen *et al*., 2011) โดยปูในสกุล *Dotilla* และ *Scopimera* เป็นปูที่อยู่ในวงศ์ Ocypodidae ส่วนปูในสกุล *Mictyris* อยู่ในวงศ์ Mictyridae ซึ่งลักษณะเด่นที่แตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างปู 2 วงศ์นี้ คือ ปูในวงศ์ Ocypodidae กระดองเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือจัตุรัส ช่องปาก (buccal cavity) ปกติ มีก้านตายาวและเบ้าตาชัดเจน แต่ปูในวงศ์ Mictyridae มีกระดองกลม ช่องปากมีขนาดใหญ่ ขากรรไกรคู่ที่ 3 กว้างมาก และไม่มีเบ้าตา ถ้าเปรียบเทียบระหว่างสกุล *Dotilla* และ *Scopimera* สกุล *Dotilla* มีลักษณะเด่นที่สำคัญ คือ ปล้องท้องปล้องที่ 4 จะเหลื่อมซ้อนกับปล้องที่ 5 และมีแผงขนสั้นๆ (setae) ที่ปลายปล้องที่ 4 เป็นแถบยาว ปล้องท้องทุกปล้องกว้างเท่ากัน ด้านข้างของกระดองเป็นร่องลวดลายชัดเจน (Figure 2B) ส่วนปูในสกุล *Scopimera* จะมีขนที่โคนขาเดินคู่ที่ 1 และ 2 แต่ไม่มีแผงขนที่ปล้องท้องที่ 4 โดยปล้องท้องปล้องที่ 4 และ 5 ในเพศผู้จะคอดลง และด้านข้างของกระดองไม่มีร่องที่เด่นชัด (Kemp, 1991; Dai and Yang, 1991) (Figure 2A)

ปูสกุล *Dotilla* 2 ชนิดที่พบบริเวณสถานีวิจัย ฯ คือ *D. intermedia* และ *D. myctiroides* ลักษณะที่ใช้แยกปูในสกุล *Dotilla* คือลวดลายที่เหมือนแกะสลักบนกระดอง อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ และรูปร่างปลายขนที่เป็นรูปช้อนของขากรรไกรคู่ที่ 2 (Allen, 2011) โดยปูทหารชนิด *D. intermedia* มีลักษณะที่สำคัญคือ กระดองกว้างมากกว่ายาว มีร่องลวดลายชัดเจน ก้ามยาว 2 เท่าของความยาวกระดอง มีร่องเฉียงอยู่สองข้างของ cardiac region ด้านล่างของ palm เป็นสัน บริเวณปล้องอกทุกปล้องมีแผ่นเยื่อบางๆ รูปไข่เรียกว่า tympana (Figure 2B) ในขณะที่ปูทหาร *D. myctiroides* ความกว้างกระดองเท่ากับความยาวกระดอง ด้านข้างกระดองไม่มีร่องลวดลาย ก้ามยาวเป็น 3 เท่าของความยาวกระดอง และมี tympana อยู่ที่ปล้องอกทุกปล้อง (Figure 2C) (Allen *et al*., 2011) สำหรับปูทหารใหญ่ *M. thailandensis* มีกระดองกลม ความยาวกระดองมากกว่าความกว้างเล็กน้อย ที่ส่วน palm ของก้ามแบนกว้าง ด้านบนของปล้อง ischium ของก้ามมีหนามขนาดใหญ่ ตอนปลายของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้มีสันเป็นแผ่นบางๆ ที่ลาดชัน สีกระดองและขาเดินเข้มน้อยกว่าชนิดอื่น มี genetic divergence (cytochrome oxidase I ≤11.95%) (Davie *et al*., 2013) (Figure 2D) ทั้งนี้การพบปูทหารถึง 4 ชนิดในบริเวณพื้นที่เดียวกันยังไม่มีรายงานในพื้นที่การศึกษาใดๆ ในประเทศไทยเลย แสดงให้เห็นว่าหาดทรายบริเวณสถานีวิจัยฯ มีความเป็นเอกลักษณ์แตกต่างจากหาดทรายอื่น ๆ

ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของปูทหาร

ปัจจัยที่สำคัญในการจำกัดการแพร่กระจายของปูทหาร ได้แก่ ชนิดของตะกอนทราย ระดับน้ำขึ้นน้ำลง

ปริมาณน้ำในทราย เพศ ขนาด และสิ่งกีดขวาง (Allen, 2010) จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างปูทหารพบว่าบริเวณหาดประพาส (A1-A6) พบปูทหารเพียงชนิดเดียวคือ *D. intermedia* (Figure 2A) มีความหนาแน่นเฉลี่ย 48±10.79 ตัวต่อตารางเมตร โดยตลอดแนวหาดจะพบเม็ดทรายที่เหลือทิ้งจากการกินอาหาร (feces) กระจายตลอดแนวหาดโดยเฉพาะบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงในตอนกลางของหาด (Figure 2A) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Allen *et al*. (2011) ที่ได้ทำการสำรวจปูทหารในหาดทรายตั้งแต่เขตอุทยานแห่งชาติแหลมสน หาดบางเบนและหาดประพาส ซึ่งพบว่าปูที่พบในหาดทั้งหมดนี้เป็นชนิด *D. intermedia* ทั้งหมด และที่น่าสนใจคือคณะผู้วิจัยดังกล่าวได้ทำการสำรวจต่อไปยังหาดท้ายเหมือง จ.พังงา หาดไม้ขาว และหาดทรายหน้าบริเวณสถาบันวิจัยทรัพยากรชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน จ.ภูเก็ต กลับไม่พบปูทหารชนิด *D. intermedia* ในหาดบริเวณที่ต่อจากหาดประพาสอีกเลย โดยส่วนใหญ่พบแต่ปูทหารชนิด *D. myctiroides* ซึ่งคณะผู้วิจัยสันนิษฐานว่าขนาดของตะกอนทรายเป็นตัวจำกัดการแพร่กระจายของปูทหาร *D. intermedia* และคาดว่าเขตอุทยานแห่งชาติแหลมสนและหาดประพาสเป็นเขตจำกัดการแพร่กระจายของปูทหาร *D. intermedia* ตามแนวอ่าวเบงกอล แสดงให้เห็นว่า *D. intermedia* มีเขตที่อยู่อาศัยที่มีความชัดเจน ซึ่งความลาดชันของหาดจะสัมพันธ์กับความสูงในบริเวณที่เป็นที่อยู่อาศัยของปู และสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการแพร่กระจายของปูนั่นคือ เขตด้านบนสุดของหาดจะถูกจำกัดโดยปริมาณน้ำในตะกอนทรายซึ่งมีน้อยกว่า 15% ทำให้ไม่พบปูทหาร *D. intermedia* ในเขตนี้ ส่วนระดับน้ำขึ้นน้ำลงเป็นตัวกำหนดเขตด้านล่าง โดยปูต้องการพื้นที่ที่มีการโผล่พ้นน้ำประมาณ 4-5 ชม.เพื่อจะกินอาหาร ซึ่งเขตนี้เรียกว่า Dotilla zone ปูที่มีขนาดใหญ่กว่ามักพบในตอนบนของหาด ส่วนปูขนาดเล็กจะลงมาอยู่ด้านล่างของหาด โดยปูในสกุล *Dotilla* มีวิธีการป้องกันตัวจากสภาวะแห้งช่วงน้ำลดโดยการใช้แผงขน (setae) ที่ปล้องท้องปล้องที่ 4 ทำหน้าที่ดูดซับเก็บน้ำไว้ (Hartnoll, 1973) สำหรับอิทธิพลของสึนามิที่เกิดในวันที่ 26 ธันวาคม ค.ศ. 2004 ได้ทำให้เกิดคลื่นยักษ์ซึ่งส่งผลให้ประชากรปูทหารในหาดบริเวณ จ.ระนองสูญหายไปจำนวนมาก แต่ต่อมาในเดือนเมษายน ค.ศ. 2005 ก็พบปูทหาร *D. intermedia* กลับมาอาศัยอยู่อีกครั้งบนหาดแหลมสน (Allen *et al*., 2011) นอกจากนั้นในการศึกษาของ Pereira *et al*. (2000) ยังพบว่านักท่องเที่ยวที่เดินไปมาบนชายหาดไม่ได้เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความชุกชุมของปูทหาร (*Dotilla fenestrate*) แต่พฤติกรรมของปูและลักษณะรูปร่างของหาดน่าจะมีผลต่อการแพร่กระจายและความหนาแน่นของปูทหารชนิดนี้มากกว่า

ในขณะที่หาดทรายทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของสถานีฯ (B1-B6) มีส่วนที่เชื่อมต่อกับตอนเหนือของหาดประพาสและส่วนที่เชื่อมต่อกับคลองกำพวนซึ่งเป็นระบบนิเวศป่าชายเลน จึงทำให้มีลักษณะของตะกอนทรายแบบผสม ทั้งที่เป็นทราย ทรายปนเลน และเลน จึงทำให้เป็นพื้นที่ที่มีความน่าสนใจมาก เนื่องจากพบปูทหารถึง 3 ชนิดอาศัยอยู่รวมกันในบริเวณหาดนี้ ได้แก่ *Scopimera* sp., *D. intermedia,* และ *D. myctiroides* ที่ความหนาแน่น 27±9.08, 17.5±6.36 และ 4.8±1.41 ตัวต่อตารางเมตร โดยตอนบนสุดของหาดที่เป็นตะกอนทราย (B1-B3) ส่วนใหญ่พบปูทหาร *Scopimera* sp. ซึ่งในบริเวณนี้จะสังเกตเห็นการเรียงตัวของเม็ดทรายที่เหลือทิ้งหลังการกินอาหารที่มีลักษณะกลมและขนาดเท่า ๆ กันอย่างชัดเจน (Figure 2A) แตกต่างจากปูทหารชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีรายงานว่าปูทหารสกุล *Scopimera* มักจะขึ้นไปอาศัยตอนบนของหาดและแห้งกว่าบริเวณที่พบปูทหารสกุล *Dotilla* อาศัยอยู่ (Hartnoll, 1973) แนวถัดมาในเขตน้ำขึ้นน้ำลงจนถึงเขตน้ำลงต่ำสุด (B4-B6) จะมีตะกอนเป็นทรายปนเลนจะพบปูทหารทั้ง 3 ชนิด คือ *Scopimera* sp., *D. intermedia* ปะปนอยู่กับปูทหารชนิด *D. myctiroides* แพร่กระจายไปจนถึงแนวล่างสุดในเขตน้ำลงต่ำสุดที่เป็นหาดเลน โดยมีความหนาแน่นแตกต่างกันคือ *Scopimera* sp. มีความหนาแน่นระหว่าง 14-21 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งจะพบน้อยกว่าในแนวตอนบนที่เป็นตะกอนทราย ส่วน *D. intermedia* มีความหนาแน่น 13-22 ตัวต่อตารางเมตร และ *D. myctiroides* มีความหนาแน่น 4-6 ตัวต่อตารางเมตร การเข้ามาอาศัยอยู่ในหาดเดียวกันเป็นสิ่งที่พบเห็นได้ยากในหาดทรายทั่วไป แต่เนื่องจากหาดทรายบริเวณนี้เป็นหาดผสมมีตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกันไป ซึ่งขนาดของตะกอนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการแพร่กระจายของปูทหาร โดยปูทหารแต่ละชนิดจะเลือกอาศัยอยู่ในตะกอนที่มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของปากเพื่อการกินอาหาร และเหมาะสมต่อการเก็บกักน้ำในทรายเพื่อใช้ในการสร้างรู (Ansell, 1988)

การที่ปูในสกุล *Scopimera* และ *Dotilla* ขึ้นมาอาศัยอยู่บนหาดทรายที่แห้งได้เป็นเวลานาน เนื่องจากเป็นปูที่มีลักษณะเด่นคือหายใจเอาออกซิเจนจากอากาศด้วยอวัยวะพิเศษที่ส่วนขาเดินและอก โดยปูสกุล *Scopimera* จะมีแผ่นเยื่อบางๆ ขนาดใหญ่ที่เรียกว่า tympana บนปล้อง merus ของขาเดิน และในปูสกุล *Dotilla* จะมี tympana ที่บริเวณปล้องอก โดยมีปูในสกุล *Dotilla* 4 ชนิดที่มี tympana อยู่ที่ปล้องอก ได้แก่ *D. intermedia*, *D. myctiroides*, *D. fenestrata* และ *D. wichmani* ทั้งนี้มีรายงานการศึกษาที่เชื่อได้ว่า tympana น่าจะมีไว้เพื่อหายใจ โดยทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนจากอากาศผ่านชั้น cuticle และ epidermis ที่บางคล้ายกับผนังเส้นเลือด (Maitland, 1986) การมีอยู่ของ tympana ทำให้ปู 2 สกุลนี้แตกต่างจากปูอื่นๆ อย่างสิ้นเชิง (Kemp, 1919) นอกจากนั้นปูทหารทั้งสามชนิดได้มีการปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมแบบผสมที่พบบนหาดนี้ด้วย เช่น การมีขนที่ส่วนปล้องท้องของ *Dotilla* ซึ่งใช้ในการดูดซับน้ำจากทราย โดยปูจะหย่อน abdomen และกดขนไปบนทรายและผ่านน้ำไปทางช่องเหงือกเพื่อใช้ในกระบวนการ osmoregulation การปรับตัวทางสรีระและพฤติกรรมทำให้ปูในสกุล *Dotilla* สามารถดำรงชีวิตโดยการกินอาหารบนหาดได้เป็นเวลานานโดยใช้น้ำจากขนที่ปล้องท้องไม่ต้องลงไปในรู ทำให้ปู *Dotilla* ขึ้นไปอยู่ในที่แห้งได้เป็นเวลานาน (Hartnoll, 1973)

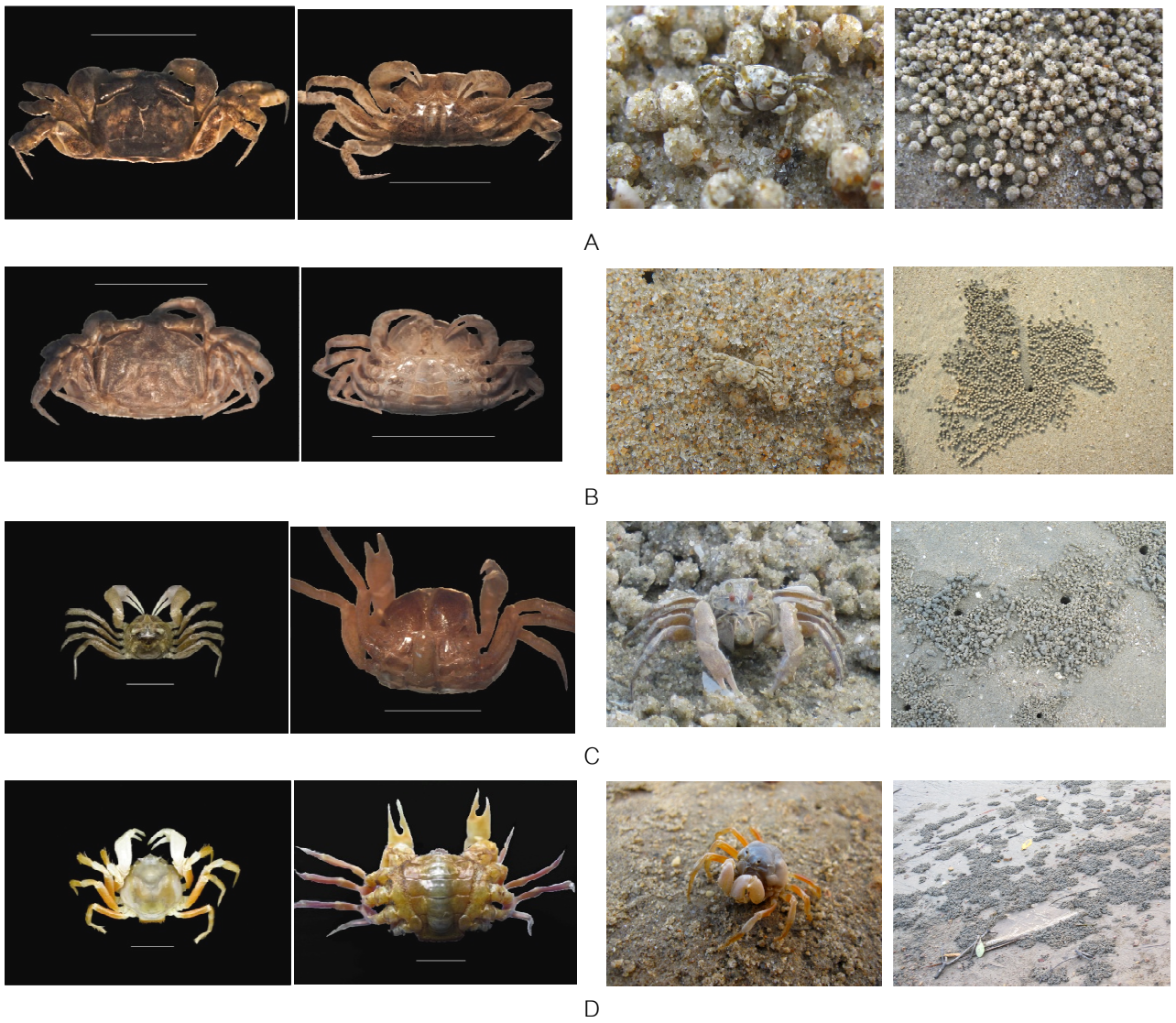


Figure 2 Carapace, abdomen, in habitat and feces

A = *Scopimera* sp.; B = *Dotilla intermedia*; C = *Dotilla myctiroides*; D = *Mictyris thailandensis*

บริเวณหาดทรายทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของสถานีฯ (C1-C2) พบปูทหารใหญ่ *M. thailandensis* ความหนาแน่นเฉลี่ย 4.67±1.41 ตัวต่อตารางเมตร โดยจะมีเศษทรายที่เหลือทิ้งจากการกินเป็นอาหารแตกต่างจากปูทหารในวงศ์ Ocypodidae โดยมีลักษณะเป็นกองรวมกันและจะมีการขยายเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ที่เรียกว่า hummock (Figure 2D) บริเวณที่พบปูทหารใหญ่นี้ค่อนข้างสกปรกเนื่องจากอยู่ในบริเวณที่มีการขึ้นของเรือประมงขนาดเล็ก และเมื่อขุดทรายบริเวณนี้จะพบว่าดินบริเวณนี้มีดินชั้นล่างเป็นสีดำและมีกลิ่นเหม็น ซึ่งคล้ายคลึงกับบริเวณหาดปากบารา จ.สตูล ซึ่งเป็นบริเวณที่มีรายงานพบปูทหารชนิดนี้เป็นชนิดใหม่ของโลก (Davie *et al*., 2013) ซึ่งการที่ปูทหารใหญ่สามารถอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีมลพิษได้ น่าจะเป็นเพราะว่าปูทหารใหญ่มีความสามารถในการทนทานต่อพิษของมลพิษได้ดี จึงอาจใช้ปูทหารใหญ่เป็น Biomonitor ในการชี้วัดการเกิดมลพิษได้ ปูทหาร *M. thailandensis* ยังมีพฤติกรรมที่แตกต่างจากปูทหารสกุล *Mictyris* อื่นๆ เป็นอย่างมาก คือ อาศัยอยู่ในหาดเลนปนทรายบริเวณปากแม่น้ำที่เต็มไปด้วยมลพิษ ส่วนใหญ่ขุดรูอาศัยอยู่ใต้เลน ไม่เคลื่อนที่เป็นฝูงใหญ่ มีการหดก้ามและขาเดินแนบกับลำตัวและอยู่นิ่ง ๆ เหมือนปูใบ้ กินอาหารอยู่ใต้พื้นเลน (subsurface feeding) โดยจะออกจากรูและขุดร่องขนาดพอดีกับตัวขนานกับผิวดิน และกินอินทรีย์สารพร้อมกับปล่อยเศษดินเลนเป็นขุยปกคลุมอยู่ด้านบนของร่องและรูที่มันอาศัยอยู่ที่เรียกว่า hummock ทำให้มองไม่เห็นรูของปู ทำให้รูมีลักษณะเป็นแบบรูปิด (back-filled burrow) (Davie *et al*., 2013) นอกจากนั้นบริเวณหาดทรายที่อยู่ด้านตะวันออกของสถานีฯ (D1) ซึ่งเป็นหาดแคบๆ อยู่ด้านบนสุดของป่าแสมที่อยู่ด้านหลังของสถานีฯ มีลักษณะเป็นหาดทรายหยาบและมีหญ้าขึ้นปะปน พบปูทหารใหญ่ *M. thailandensis* ความหนาแน่น 6 ตัวต่อตารางเมตร แต่ส่วนใหญ่เป็นปูขนาดเล็กกว่าบริเวณหาดด้านตะวันออกเฉียงใต้ และพบว่ามีปูตัวเมียที่มีไข่เกาะอยู่ที่จับปิ้งจำนวนมาก ซึ่งสันนิษฐานว่าบริเวณหาดทรายด้านตะวันออกนี้อาจจะเป็นเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของปูทหารใหญ่ *M. thailandensis* ที่อาศัยอยู่บริเวณสถานีวิจัยฯ

Table 1 Species, density and distribution of soldier crabs at each stations

Sandy Beach	Station	Sciencentific name	Density (inds/m^2)
Western part of station (Prapas beach)	A1	*Dotilla intermedia*	43
	A2	*Dotilla intermedia*	66
	A3	*Dotilla intermedia*	36
	A4	*Dotilla intermedia*	46
	A5	*Dotilla intermedia*	55
	A6	*Dotilla intermedia*	42
Northeast part of station	B1	*Scopimera* sp.	35
	B2	*Scopimera* sp.	32
	B3	*Scopimera* sp.	33
	B4	*Dotilla intermedia*	22
		Dotilla myctiroides	4
	B5	*Scopimera* sp.	14
	B6	*Dotilla intermedia*	13
		Dotilla myctiroides	6
		Scopimera sp.	21
Southeast part of station	C1	*Mictyris thailandensis*	5
	C2	*Mictyris thailandensis*	3
Eastern part of station	D1	*Mictyris thailandensis*	6

สรุป

หาดทรายบริเวณรอบสถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง เป็นพื้นที่ศึกษาความหลากชนิดและการแพร่กระจายของกลุ่มปูทหารที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสามารถพบปูทหารถึง 4 ชนิดอาศัยอยู่ในพื้นที่เดียวกัน และในหาดด้านตะวันออกเฉียงเหนือมีปูทหารถึง 3 ชนิดอาศัยอยู่ในหาดเดียวกัน ซึ่งมาจากลักษณะของหาดที่มีการผสมผสานระหว่างหาดทรายและหาดเลนทำให้มีตะกอนขนาดต่างๆ ที่เหมาะสมกับปูทหารถึง 4 ชนิด ปูทหารมีการปรับตัวทั้งด้านกายภาพ สรีระ และพฤติกรรม เพื่อมาอาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงซึ่งมีช่วงเวลาหนึ่งที่โผล่พ้นน้ำได้ โดยปูจะมีการกินอาหารและการขุดรูซึ่งเป็นกระบวนสำคัญในการหมุนเวียนอินทรีย์สารและแลกเปลี่ยนออกซิเจนในดิน ทั้งนี้ความสามารถในการปรับตัวจะเป็นตัวจำกัดการแพร่กระจายของปูทหารแต่ละชนิด ปูทหารเป็นสัตว์ที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศหาดทราย การมีปูทหารถึง 4 ชนิดจึงทำให้พื้นที่หาดทรายบริเวณนี้มีเอกลักษณ์รวมทั้งน่าจะส่งผลให้ประชาคมสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหาดทรายบริเวณนี้มีความแตกต่างจากหาดทรายบริเวณอื่น ๆ การศึกษานี้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของกลุ่มปูทหาร ซึ่งถือว่าเป็นปูที่มีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศหาดทรายและใช้เป็นดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของหาดทรายได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องความหลากชนิดและการแพร่กระจายของปูบริเวณสถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จ.ระนอง รหัส ก-ษ(ด) 8.58 ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิง

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์, เจ เกียรติธนะบำรุง, วีระพงศ์ ศรีโฉมงาม และ วชิระ ใจงาม. 2552. ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อการแพร่กระจายของปูทหาร (*Dotilla wichmanni*), น. 543-552. *ใน* **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 47 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล่มที่ 4 สาขาประมง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Allen, C.J. 2010. **Ecology of the intertidal crab *Dotilla intermedia* from tsunami-impacted beaches in Thailand**. University of Southampton, School of Ocean and Earth Science, Doctoral Thesis.

Allen, C.J, Clark, P.F., Paterson, G.J., Hawkin, L.E., and Aryuthaka, C. 2011. New record of *Dotilla intermedia* (Brachyura: Ocypodidae) from Thailand. **Marine Biodiversity Records** 4: 1-6.

Ansell, A.D. 1988. Migration or shelter? Behavioural options for deposit feeding crabs on tropical sandy shores, pp. 15-16. *In* Chelazzi, G. Vannini, M. (eds.) **Behavioral Adaptation to Intertidal Life**. Plenum press, New York.

Bradshaw, C. and Scoffin, T.P. 1999. Factors limiting distribution and activity patterns of the soldier crab *Dotilla myctiroides* in Phuket, South Thailand. **Marine Biology** 135: 83-87.

Davie, P.J.F., Wisespongpand, P. and Shih, H.-T. 2013. A new species of *Mictyris* Latreille, 1806 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Mictyridae) from the Andaman coast of Thailand, with notes on its ecology and behavior. **Zootaxa** 3686: 65-76.

Gordon, I. 1941. Notes on Some Indo-pacific Crabs (Crustacea, Decapoda). **Proceedings of the Linneaus Society London** 53(1): 123-140.

Hartnoll, R.G. 1973. Factors affecting the distribution and behaviour of the crab *Dotilla fenestrata* on East African shores. **Estuarine Coastal and Marine Science** 1(2): 137-143.

Kemp, S. 1919. Notes on Crustacea Decapoda in the Indian Museum. XII. Secpimerinae. **Records of the Indian Museum** XXII : 305-348.

Maitland, D. P. 1986. Crabs that breathe air with their legs *Scopimera* and *Dotilla*. **Nature** 319: 493-495.

Naiyanetr, P. 2007. **Checklist of Crustacean Fauna in Thailand (Decapoda, Stomatopoda, Anostraca, Myodocopa and Isopoda.** Office for Environmental Policy and Planning, Bangkok.

Pereira, M.A.M. and Goncalves, P.M.B. 2000. A preliminary investigation of the effects of human physical disturbance on the ecology of the soldier crab *Dotilla fenestrate* (Crustacea, Ocypodidae) at Praia da Costa do Sol, Maputo, 1-8. **The 2nd national coference of coastal areas research Maputo**, 27-29 September 2000.

Warner, G.F. 1977. **The Biology of Crabs.** Paul Elek (Scientific Books) Ltd., Great Britain.

ผลของซูโครสและซิเตรทร่วมกับโซเดียมคลอไรด์ต่อการป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนกล้ามเนื้อและผลผลิตของกุ้งขาว

Cryoprotective Effect of Sucrose and Citrate in Combination with Sodium Chloride on Muscle Protein and Yield of White Shrimp

อัจฉรา ทรงพระ[1] นที สดภิบาล[1] นฤมล จอมมาก[1] และ ปัทมา ระตะนะอาพร[1*]

Artchara Shongpra[1], Natee Sodpibal[1], Naruemon Jommark[1] and Pattama Ratana-arporn[1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำตาลและเกลือของกรดอินทรีย์ ได้แก่ น้ำตาลซูโครส และเกลือซิเตรท ในสภาวะที่มีและไม่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อการเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ของกล้ามเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม ที่ผ่านการแช่แข็งและละลายแล้วที่ 0, 1 และ 3 รอบ โดยนำเนื้อกุ้งทั้งตัวแช่สารเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาประเมินสมบัติทางชีวเคมีโดยนำมาสกัดโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์จากการตรวจสอบค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ โดยตรวจสอบผลผลิตของกุ้งพบว่า กุ้งที่แช่สารละลายซูโครส 8% ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.5% และกุ้งที่แช่สารละลายซิเตรท 4% ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.5% ให้ผลผลิตหลังแช่สารละลายสูงที่สุด คือเท่ากับ 106% และ 107% ตามลำดับ ($p<0.05$) เมื่อผ่านการแช่แข็งและละลายจำนวน 3 รอบ กุ้งทั้งสองชุดสามารถรักษาผลผลิตไว้ได้สูง ($p \geq 0.05$) ดังนั้นการใช้ซูโครสและซิเตรทร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ จึงมีศักยภาพในการรักษาผลผลิตไว้ได้สูงเมื่อผ่านการแช่แข็งและละลายหลายรอบ

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effect of sugar and organic acid salt is sucrose and citrate together with and without sodium chloride (NaCl) on white shrimp myofibrillar protein and yield during freeze-thaw process . The biochemical changes in Ca^{2+}- ATPase activity of the extracted myofibrillar protein in all treatments were not significantly different. Investigation of physical propoties of samples among treatments indicated that the shrimp soaked in 8% sucrose combined with 2.5% NaCl and 4% citrate combined with 2.5% NaCl showed the high yields of 106% and 107% ($p<0.05$), respectively. In addition, their thawing yields did not change ($p \geq 0.05$) after 3 cycles of freeze-thaw process with the high yields. Therefore, sucrose and trisodium citrate in combination with sodium chloride have the potential to maintain yields after freeze-thaw process.

Key Words: *Penaeus vannamei*, myofibrillar, organic acid salt, Ca^{2+}- ATPase activity

*Corresponding author; e-mail address: **ffispmr@ku.ac.th**

[1] ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900

[1] Department of Fishery Products, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

กุ้งแช่เยือกแข็งเป็นสินค้าส่งออกที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศไทยเป็นอันดับต้นๆ ในปีพ.ศ. 2558 มีปริมาณการส่งออกกุ้งสดแช่เยือกแข็งประมาณ 22,865 ล้านตัน และพบว่าเป็นกุ้งขาวแวนนาไมถึง 19,092 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) โดยมีตลาดที่สำคัญได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีการนำเข้ากุ้งแช่เยือกแข็งจากประเทศไทยเพิ่มขึ้นในเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2558 เมื่อเทียบกับเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2557 คิดเป็น 40.70% และกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปที่มีการเพิ่มขึ้น 8.61% เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นและออสเตรเลียอีกด้วย (สมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย, 2015) ในกระบวนการผลิตเมื่อกุ้งผ่านการแช่เยือกแข็งแล้วนำมาละลายจะเกิดการสูญเสียของเหลวในระหว่างการละลาย (drip loss) ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์กล้ามเนื้อ ส่งผลให้น้ำหนักของกุ้งลดลง เนื่องจากกล้ามเนื้อกุ้งประกอบด้วยน้ำเป็นหลักถึงประมาณร้อยละ 80 การสูญเสียน้ำออกจากเซลล์จึงส่งผลต่อคุณภาพและผลผลิตของกุ้ง นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติของโปรตีนระหว่างการแช่เยือกแข็ง อาจส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน ดังนั้นในอุตสาหกรรมกุ้งแช่เยือกแข็งจึงมีการแช่กุ้งด้วยสารเคมีก่อนการแช่เยือกแข็งเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ เพิ่มความสามารถในการจับน้ำของโปรตีน ลดการสูญเสียน้ำหนักทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอีกทางหนึ่ง โดยทั่วไปสารเคมีที่ใช้ ได้แก่ สารประกอบกลุ่มฟอสเฟต ซึ่งพบว่าประเทศคู่ค้าบางประเทศเริ่มมีการไม่ยอมรับเนื่องจากอาจก่อให้เกิดอันตรายสำหรับผู้บริโภค

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาผลของน้ำตาลซูโครสและเกลือซิเตรท ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อการป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนกล้ามเนื้อ ผลผลิตของกุ้งขาวในระหว่างการแช่แข็งและละลายซ้ำหลายรอบ โดยทำการวิเคราะห์ค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase และปริมาณผลผลิตรวม

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างกุ้ง

นำกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ขนาดประมาณ 60-70 ตัวต่อกิโลกรัม ที่ได้มาจากตลาดสด จังหวัดกรุงเทพมหานคร บรรจุลงในลังโฟม ปิดทับด้วยน้ำแข็ง ขนย้ายมายังห้องปฏิบัติการทดสอบ ณ อาคารทัสนีสรสุชาติ ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำมาเก็บรักษาความเย็นด้วยน้ำแข็งในอัตราส่วนกุ้งต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1 ต่อ 2 ภายในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำมาวิเคราะห์ภายใน 24-48 ชั่วโมง โดยล้างทำความสะอาดแล้วหักหัว ปอกเปลือกตลอดทั้งตัว และดึงลำไส้ออก (peeled and deveined: PD) โดยใช้ไม้แหลมดึงลำไส้บริเวณปล้องที่ 5 ของลำตัวกุ้ง

การศึกษาผลของสารละลายซูโครสในสภาวะที่มีและไม่มีโซเดียมคลอไรด์

เตรียมสารละลายซูโครสในสภาวะที่มีและไม่มีโซเดียมคลอไรด์ โดยแบ่งชุดการทดลอง(Treatment) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1. No-treatment (ไม่มีการแช่สารละลาย)

ชุดการทดลองที่ 2. sucrose 4%

ชุดการทดลองที่ 3. sucrose 4% + NaCl 2.5%

ชุดการทดลองที่ 4. sucrose 8%

ชุดการทดลองที่ 5. sucrose 8% +NaCl 2.5%

ทำการแช่กุ้งในสารละลายโดยใช้กุ้งต่อสารละลายในอัตราส่วนเท่ากับ 1 ต่อ 2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง อุณหภูมิในการแช่ไม่เกิน 4±1 องศาเซลเซียส เมื่อครบระยะเวลาของการแช่สาร นำกุ้งชุดที่ต้องการศึกษาไปทำการแช่เยือกแข็งโดยบรรจุในถุงซิปล็อคพลาสติกโพลีเอทิลีนและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยมีรอบของการแช่เยือกแข็งและการละลายที่ 0,1 และ 3 รอบ ซึ่งแต่ละรอบก่อนนำมาละลายใช้ระยะเวลา 5 วัน ตัวอย่างกุ้งจะถูกนำมาละลายโดยใช้น้ำที่มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส จนกระทั่งกุ้งมีอุณหภูมิใจกลาง 0-2 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงวิธีจาก Wachirasiri *et al*., 2016) และนำมาตรวจสอบค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase และปริมาณผลผลิตรวม

การสกัดโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์

เตรียมโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์จากตัวอย่างเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม โดยกำจัดส่วนเม็ดสีบริเวณพื้นผิวของเนื้อกุ้งออก ตัดบริเวณปล้องสุดท้ายซึ่งมีส่วนของลำไส้ออก และสับเนื้อกุ้งให้ละเอียด จากนั้นนำมาล้างและปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวในสารละลาย 0.1 M NaCl, 20 mM Tris-HCl (pH 7.5) ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจาก Jantakoson *et al*. (2013)

การวิเคราะห์ค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase

วิเคราะห์กิจกรรม Ca^{2+}- ATPase ในโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์เข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในสารละลายผสมประกอบด้วย 5mM $CaCl_2$, 0.5 mM KCl, 0.02 Tris-maleate (pH7) และ 1 mM ATP บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นเติม 15% TCA ทำการเก็บสารละลายส่วนใส 500 µl เติม Elon reagent 250 µl และ ammonium molybdate 1.75 ml นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร ตามวิธีของ Kuwahara and Konno (2010)

การศึกษาปริมาณผลผลิตรวม

นำกุ้งชุดที่ต้องการศึกษาที่ผ่านการแช่เยือกแข็งและการละลายที่ 0,1 และ 3 รอบ ซึ่งแต่ละรอบก่อนนำมาละลายใช้ระยะเวลา 5 วัน ตัวอย่างกุ้งจะถูกนำมาละลายโดยใช้น้ำที่มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส จนกระทั่งกุ้งมีอุณหภูมิใจกลาง 0-2 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงวิธีจาก Wachirasiri *et al*., 2016) และทำการคำนวณปริมาณผลผลิตรวม

$$\text{ผลผลิตรวม} = \frac{\text{น้ำหนักกุ้งก่อนแช่}}{\text{น้ำหนักหลังการละลาย}} \times 100$$

การศึกษาผลของสารละลายซิเตรทในสภาวะที่มีและไม่มีโซเดียมคลอไรด์

เตรียมสารละลายซิเตรทในสภาวะที่มีและไม่มีโซเดียมคลอไรด์ โดยแบ่งชุดการทดลอง(Treatment) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1. No-treatment (ไม่มีการแช่สารละลาย)

ชุดการทดลองที่ 2. citrate 4%

ชุดการทดลองที่ 3. citrate 4% + NaCl 2.5%

ชุดการทดลองที่ 4. citrate 8%

ชุดการทดลองที่ 5. citrate 8% +NaCl 2.5%

ทำการแช่กุ้งในสารละลายโดยใช้กุ้งต่อสารละลายในอัตราส่วนเท่ากับ 1 ต่อ 2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง อุณหภูมิในการแช่ไม่เกิน 4±1 องศาเซลเซียส เมื่อครบระยะเวลาของการแช่สาร นำกุ้งชุด

ที่ต้องการศึกษาไปทำการแช่เยือกแข็งโดยบรรจุในถุงซิปล็อคพลาสติกโพลีเอทิลีนและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยมีรอบของการแช่เยือกแข็งและการละลายที่ 0,1 และ 3 รอบ ซึ่งแต่ละรอบก่อนนำมาละลายใช้ระยะเวลา 5 วัน ตัวอย่างกุ้งจะถูกนำมาละลายโดยใช้น้ำที่มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส จนกระทั่งกุ้งมีอุณหภูมิใจกลาง 0-2 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงวิธีจาก Wachirasiri *et al*., 2016) นำมาตรวจสอบค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase และปริมาณผลผลิตรวมดังวิธีข้างต้น

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของสารละลายซูโครสและสารละลายซิเตรทในสภาวะที่มีและไม่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase

จากการศึกษาผลของซูโครสและซิเตรททั้ง 2 ระดับความเข้มข้นคือ 4% และ 8% ในสภาวะที่มีและไม่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ พบว่าค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase ของโปรตีนกล้ามเนื้อสกัดจากกุ้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) นับตั้งแต่เริ่มต้นของการแช่แข็งและละลายที่ 0 จนกระทั่ง 3 รอบ ทั้งตัวอย่างชุดควบคุมและตัวอย่างที่แช่สารละลายน้ำตาลซูโครส ทุกชุดไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างก่อนและหลังการแช่แข็งและละลายทั้งหมด 3 รอบ ($p \geq 0.05$) แสดงดังภาพที่ 1 และผลการวิเคราะห์เป็นทำนองเดียวกับตัวอย่างที่แช่สารละลายเกลือซิเตรท แสดงดังภาพที่ 2 มีค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase ใกล้เคียงกันมาก ตลอดกระบวนการแช่แข็งและละลายที่ 0, 1 และ 3 รอบ โดยชุดควบคุมจะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์ใกล้เคียงกับชุดตัวอย่างที่แช่สารละลายเกลือซิเตรทในสภาวะที่มีและไม่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ตลอดกระบวนการแช่แข็งและละลายทั้งสามรอบ

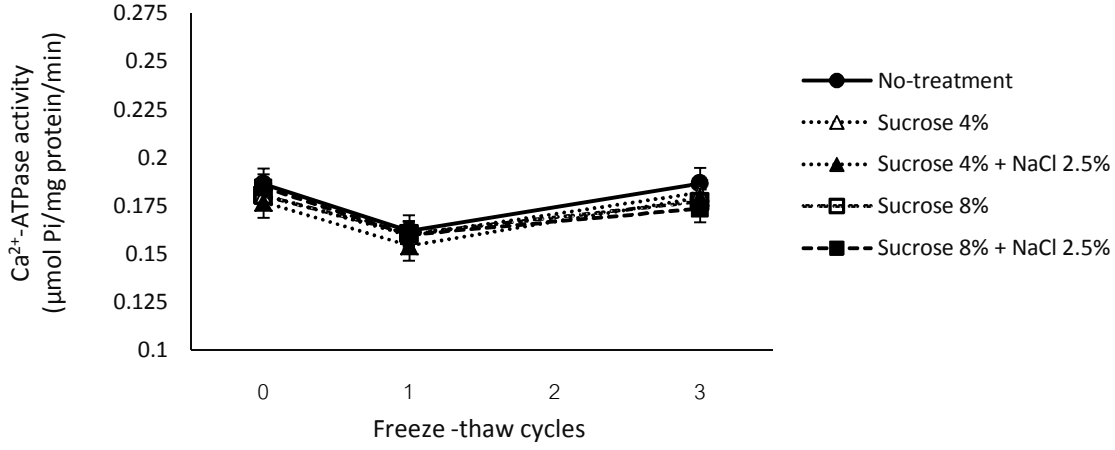


Figure 1 Effect of sucrose and sucrose combined with sodium chloride on calcium ATPase activity of shrimp myofibril during freeze-thawing process

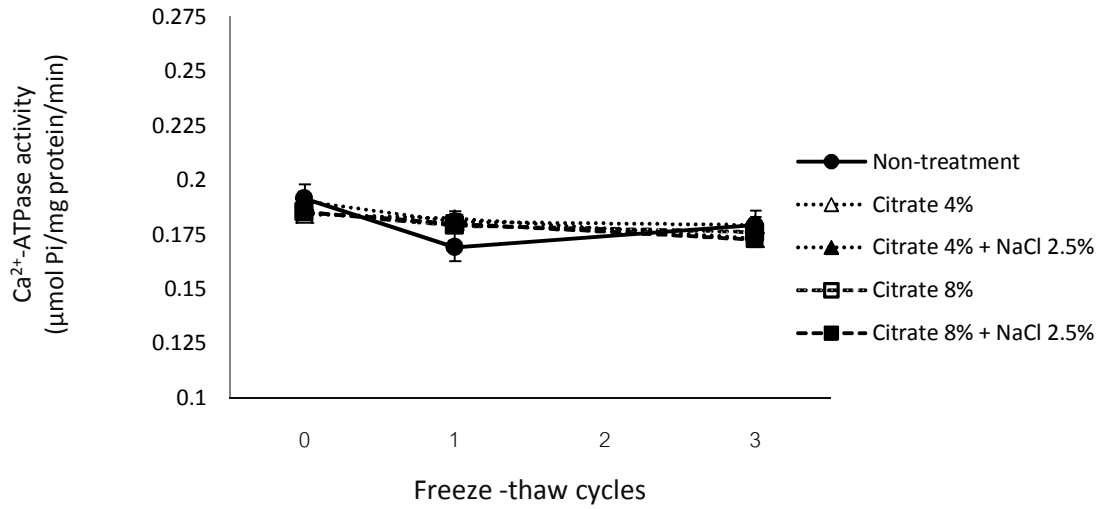


Figure 2 Effect of citrate and citrate combined with sodium chloride on calcium ATPase activity of shrimp myofibril during freeze-thawing process

จากผลการวิเคราะห์ค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase ของชุดตัวอย่างควบคุมและชุดตัวอย่างที่แช่สารละลายน้ำตาลซูโครสและเกลือซิเตรท ในสภาวะที่มีและไม่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ ไม่มีความแตกต่างกันอาจจะเป็นผลมาจากการที่กุ้งไม่สามารถดูดซึมสารละลายทั้งสองชนิดรวมถึงเกลือโซเดียมคลอไรด์ เข้าไปถึงในกล้ามเนื้อกุ้งได้มากนัก จึงมีผลต่อโครงสร้างของไมโอซินน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหัวของไมโอซิน (globular head) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงกิจกรรมของ Ca^{2+}- ATPase ซึ่งแตกต่างจากงานของ Wu *et al.* (2014) ซึ่งทำการสกัดโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์แล้วนำไปเติมสารละลายน้ำตาลจึงสามารถป้องกันการสูญเสียค่ากิจกรรมเอนไซม์ได้อย่างชัดเจน อีกทั้ง Benjakul *et al.* (2003) รายงานว่าในการตรวจสอบค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase เป็นการติดตามการเสียสภาพของไมโอซินส่วนหัว เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีหมู่ซัลฟ์ไฮดริล (sulfhydryl group) ซึ่งมีบทบาทในการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ และการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนไมโอซินเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของหมู่ซัลฟ์ไฮดริลหรือปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนพันธะไดซัลไฟด์ แต่เมื่อมีสารป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนสารจะสร้างพันธะกับโมเลกุลของโปรตีนและสร้างพันธะจับกับน้ำช่วยเพิ่มความสามารถในการจับน้ำของโปรตีนและลดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนระหว่างการแช่เยือกแข็งได้ (Matsumoto and Noguchi, 1992) ผลของค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase ของชุดตัวอย่างทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าสารละลายที่ถูกดูดซึมเข้าไปในกล้ามเนื้อกุ้งระหว่างการแช่นั้นค่อนข้างน้อย จึงมีผลต่อการป้องกันการเสียสภาพของโปรตีนกุ้งไม่แตกต่างจากชุดควบคุม

ผลของสารละลายโซเดียมซิเตรทและสารละลายซูโครสในสภาวะที่มีและไม่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อปริมาณผลผลิต

จากการศึกษาผลผลิตของกุ้งขาวที่ไม่แช่และแช่สารละลายซูโครส 4%, สารละลายซูโครส 4% ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.5 %, สารละลายซูโครส 8%, สารละลายซูโครส 8% ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.5% พบว่าตัวอย่างกุ้งของแต่ละชุดการทดลองมีผลผลิต 97, 103, 102, 101 และ 106% ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 3 เมื่อผ่านการแช่แข็งและละลายรอบที่ 1 พบว่าผลผลิตหลังการละลายลดลงเท่ากับ 94, 98, 96, และ 102%

ตามลำดับ และเมื่อเพิ่มรอบของการแช่แข็งและละลายเป็นรอบที่ 3 ส่งผลให้ผลผลิตหลังการละลายลดลงเป็น 89, 88, 90, 89และ 99% แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มจำนวนรอบของการแช่แข็งและละลาย ทำให้ผลผลิตของกุ้งมีค่าลดลง อย่างไรก็ตามการแช่สารละลายซูโครสร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ สามารถรักษาปริมาณผลผลิตไว้ได้สูงตลอดการแช่และละลายทั้งหมด 3 รอบ โดยประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของซูโครส จากการวิจัยพบว่ากุ้งที่แช่สารละลายซูโครส 8% ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.5% ให้ค่าผลผลิตสูงที่สุดทั้งสามรอบของการละลายที่ (0, 1, 3 รอบ) เท่ากับ 106, 102 และ 99% ตามลำดับ

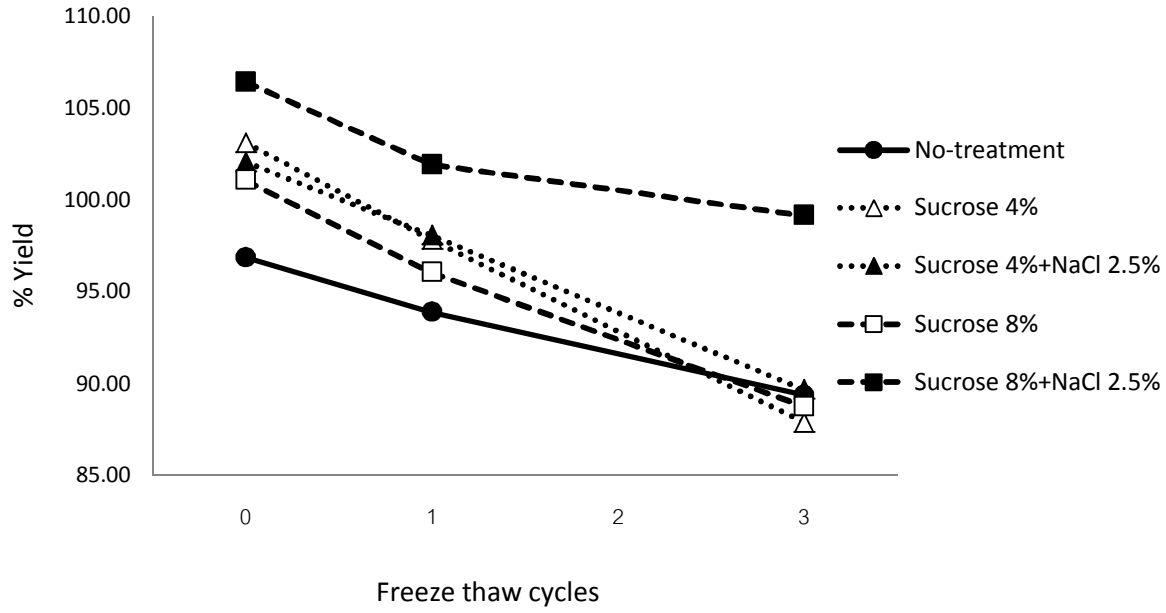


Figure 3 Effect of sucrose and sucrose combined with sodium chloride on yield of shrimp during freeze-thawing process.

ผลการศึกษาผลผลิตของกุ้งขาวที่ไม่แช่สารและแช่สารละลายซิเตรท 4%, สารละลายซิเตรท 4% ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.5%, สารละลายซิเตรท 8% และสารละลายซิเตรท 8% ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.5% พบว่าตัวอย่างกุ้งของแต่ละชุดการทดลองมีผลผลิตเท่ากับ 98, 103, 107, 103 และ 104% ตามลำดับ (ภาพที่ 4) และเมื่อผ่านการแช่แข็งและละลายรอบที่ 1 ให้ผลผลิตหลังการละลายเท่ากับ 94, 98, 103, 100 และ 100% ตามลำดับ และเมื่อผ่านรอบของการแช่แข็งและละลายรอบที่ 3 ให้ผลผลิตหลังการละลายเท่ากับ 87, 92, 99, 94 และ 99% ตามลำดับ จากการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของซิเตรทในการรักษาผลผลิตของกุ้งในระหว่างกระบวนการแช่แข็งและละลายนั้นไม่ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของสาร ซึ่งผลจากการวิจัยนี้พบว่ากุ้งที่แช่สารละลายซิเตรท 4% ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.5% มีผลผลิตหลังการละลายสูงที่สุดเมื่อผ่านกระบวนการแช่แข็งและละลายจำนวน 0, 1 และ 3 รอบ เท่ากับ 107, 103 และ 99% ตามลำดับ โดยมีปริมาณผลผลิตในแต่ละรอบของการแช่แข็งและละลายไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม มีผลผลิตของกุ้งหลังการละลายต่ำที่สุดทั้งสามรอบของการละลาย(0, 1, 3 รอบ) เท่ากับ 98%, 94% และ 87% ตามลำดับ

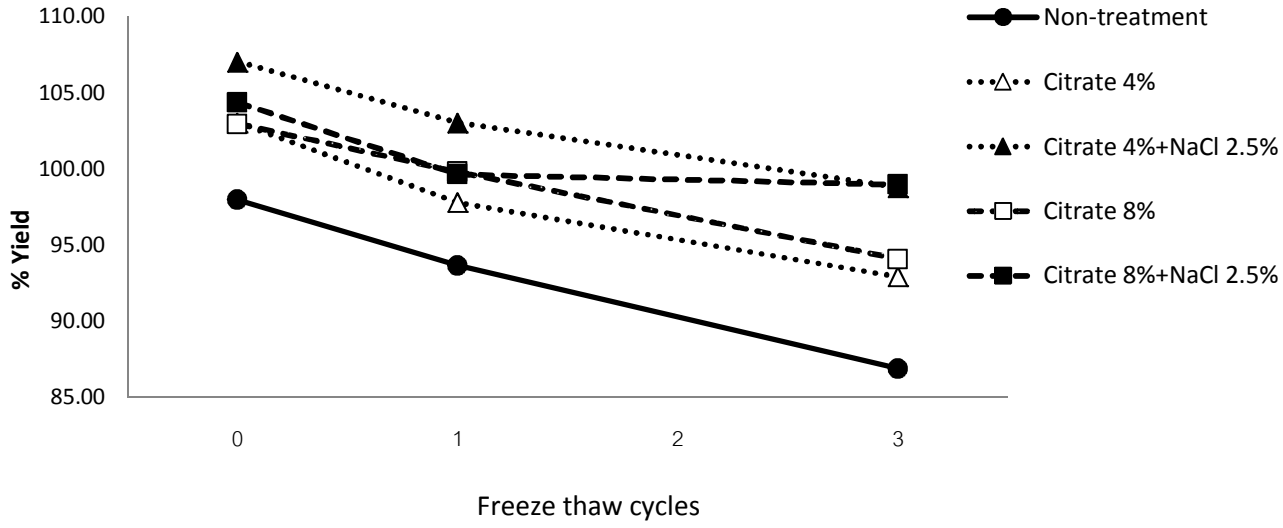


Figure 4 Effect of sucrose and trisodium citrate combined with sodium chloride on yield of shrimp during freeze-thawing process.

สรุป

ผลของการใช้น้ำตาลซูโครส และเกลือซิเตรท ทั้ง 2 ความเข้มข้นคือ 4% และ 8% ในสภาวะที่มีและไม่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นสารละลายสำหรับแช่กุ้งก่อนการแช่แข็งและศึกษาสมบัติของโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ในระหว่างการแช่แข็งและละลายที่ 0,1 และ 3 รอบ พบว่าค่ากิจกรรม Ca^{2+}- ATPase ไม่แตกต่างกัน การแช่สารละลายซูโครสและซิเตรทร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลในการรักษาผลผลิตไว้ได้สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมโซเดียมคลอไรด์และชุดควบคุม เมื่อผ่านการแช่แข็งและละลายหลายรอบ

เอกสารอ้างอิง

สมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย. 2015. **สรุปสถิติการส่งออก-นำเข้าเปรียบเทียบ เดือนมกราคม 2558**. แหล่งที่มา: http://www.thai-frozen.or.th/pdf/statistic/2015/Jan/สรุปย่อตารางสถิติ%20(มกราคม%202558).pdf, 31 มกราคม 2559.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. **สถิติการส่งออกกุ้งแช่เยือกแข็งปี 2558**. แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php, 4 พฤษภาคม 2558.

Benjakul, S., W. Visessanguan and J. Tueksuban. 2003. Changes in physicochemical properties and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*) during post-motem storage in ice. **Food Chem**. 80: 535-594.

Jantakoson T., W. Thavaroj and K. Konno. 2013. Myosin and actin denaturation in frozen stored kuruma prawn *Marsupenaeus japonicus* myofibrils. **Fish. Sci.** 79: 341–347.

Kuwahara, K. and Kunihiko, K. 2010. Suppression of thermal denaturation of myosin and salt-induced denaturation of actin by sodium citrate in carp (Cyprinus carpio). **Food Chem**. 122: 997-1002.

Matsumoto, J.J. and S.F. Noguchi. 1992. Cryostabilization of protein in surimi *In* T.C. Lanier and C.M. Lee (Eds.) **Surimi Technology** (pp. 357-388). Marcel Dekker Inc., New York.

Wachirasiri, K., S. Wanlapa., D. Uttapap and V. Rungsaedthong. 2016. Use of amino acids as a phosphate alternative and their effects on quality of frozen white shrimps (*Penaeus vannamei*). **LWT - Food Sci. and Tech**. 69: 303-311.

Wu, S., S. Pan. and H. wang. 2014. Effect of trehalose on *Lateolabrax japonicas* myofibrillar protein during frozen storage. **Food Chem**. 160: 281-285.

ความคิดเห็นของชาวประมงต่อการลดการทำประมงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่มีไข่นอกกระดองของชาวประมงขนาดเล็ก ในจังหวัดตรัง

Opinion of Small-scale Fishermen toward Decrease Berried Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) Fishing in Trang Province

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ[1*] กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง[1] และ วีระพร สุขสมจิตร[2]

Thongchai Nitiratsuwan[1*], Kansinee Panwanitdumrong[1] and Veeraporn Suksumjit[2]

บทคัดย่อ

การทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองส่งผลให้ทรัพยากรปูม้าลดลง ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการจัดทำมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง ซึ่งต้องใช้ข้อมูลความคิดเห็นของชาวประมงมาประกอบเพื่อให้การใช้มาตรการมีประสิทธิภาพ ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ตัวอย่างชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในจังหวัดตรังจำนวน 162 ราย ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม พ.ศ.2559 ผลการศึกษาพบว่าชาวประมงเห็นด้วยอย่างยิ่งกับการปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีดำ เห็นด้วยกับการไม่จับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองและการนำปูม้าที่มีไข่นอกกระดองมาปล่อยใกล้ที่พักของชาวประมง โดยชาวประมงในแต่ละอำเภอมีระดับความคิดเห็นต่อมาตรการแตกต่างกัน ($P<0.01$) ผลการศึกษาระดับของความร่วมมือของชาวประมงต่อมาตรการต่างๆ พบว่าสูงกว่าโอกาสที่มาตรการจะเกิดขึ้นในชุมชนเกือบทุกเรื่อง แนวทางการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองในระยะสั้นควรเร่งรัดการใช้มาตรการที่ชาวประมงเห็นด้วย และระยะยาวควรนำมาตรการที่ชาวประมงเห็นด้วยในระดับปานกลาง

ABSTRACT

Berried blue swimming crab fishing led to crab resource degradation. This problem can be solved by using a reduction on fishing activity of berried blue swimming crab measure. This requires of the fishers opinion in order to have efficient measure. Sampling of 162 small scale fishers in Trang Province, had been interviewed using questionnaires during June to August 2016. The results showed that the fishers mostly agreed in returning the black berried crab. They agreed to avoid catching berried blue swimming crab and release the berried crab near fisher village. The opinion of the fishers in each district were statistical different ($P<0.01$). The fishers cooperate in various measure more than the opportunity of measures in most issue will take place. Short-term approach to reduce berried crab fishing should be done by expediting the use of measures agreed by fishers. For long-term approach measure with moderate level of agreement by fishers should applied.

Keywords: blue swimming crab fishery, berried crab, small-scale fisher, Trang Province

[*]Corresponding author; e-mail address: nitiratsuwan@gmail.com

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สิเกา ตรัง 92150

[2]กองโครงการอันเนื่องจากพระราชดำริและกิจกรรมพิเศษ, กรมประมง จตุจักร กรุงเทพ 10900

[1]Faculty of Science and Fishery Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang. 92150

[2]Royal Fisheries Initiated Projects and Special Activities Division, Department of Fisheries, Chatuchak, Bangkok. 10900

บทนำ

ปูม้าเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในพ.ศ.2556 มีปริมาณผลผลิตปูม้า 25,712 ตัน จัดเป็นลำดับที่ 4 ของโลก รองจากประเทศจีน ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย (FAO, 2016) มูลค่ารวม 3,561 ล้านบาท (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2558) นอกจากนั้นอาชีพการทำประมงปูม้ายังมีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อชาวประมงขนาดเล็กที่มีอยู่จำนวนมาก แต่ในปัจจุบันผลผลิตปูม้าของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยในพ.ศ.2547 ผลผลิตปูม้า 29,524 ตัน และเหลือเพียง 25,712 ตัน ในพ.ศ.2556 (FAO, 2016) หากแนวโน้มผลผลิตยังคงเป็นเช่นนี้ต่อไปก็จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อชาวประมงขนาดเล็กทั้งในด้านรายได้และชีวิตความเป็นอยู่ โดยในจังหวัดตรังเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีชาวประมงขนาดเล็กทำประมงปูม้า จากการสำรวจจำนวนชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในจังหวัดตรัง พ.ศ.2549 พบชาวประมงอาศัยอยู่ใน 33 หมู่บ้านกระจายอยู่ตลอดแนวชายฝั่งทะเลของจังหวัดตรัง (ธงชัย และคณะ, 2550) และจากการศึกษาผลผลิตปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2545 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2546 พบว่ามีผลผลิตปูม้า 153,865 กิโลกรัม มูลค่ารวมทั้งสิ้น 8,650,354 บาท (Nitiratsuwan and Juntarashote, 2004) แต่การทำการประมงปูม้าในจังหวัดตรังพบชาวประมงนำปูม้าที่มีไข่นอกกระดองขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก (ธงชัย และคณะ, 2547) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเข้าแทนที่ของประชากรปูม้ารุ่นใหม่ทำให้ทรัพยากรปูม้าเสื่อมโทรม ปัญหานี้ไม่สามารถแก้ไขได้ถึงแม้ภาครัฐจะมีการกำหนดมาตรการต่างๆ ออกมาหากไม่ได้รับความเห็นชอบ และความร่วมมือจากชาวประมงในพื้นที่ ดังนั้นการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องนำข้อมูลความคิดเห็นของชาวประมงซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงมาพิจารณาด้วย อันจะส่งผลให้ชาวประมงเหล่านั้นพร้อมที่จะให้ความร่วมมือและปฏิบัติตามมาตรการที่ได้กำหนดขึ้นร่วมกัน ก็จะส่งผลให้มาตรการนั้นๆมีประสิทธิภาพ อันจะส่งผลต่อความยั่งยืนของทรัพยากรปูม้าในอนาคต การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่มีต่อมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง และนำเสนอแนวทางการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองของชาวประมงขนาดเล็กในจังหวัดตรัง

วิธีการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ประชากรคือ ชาวประมงขนาดเล็กที่ทำการประมงปูม้าในจังหวัดตรัง กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีของ Yamane (1933, อ้างโดยณรงค์, 2542) จากประชากรชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าจำนวน 273 ราย พ.ศ.2559 ตัวอย่างจำนวน 162 ราย ดำเนินการกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบสัดส่วนตามชั้นภูมิ (Proportional stratify sampling) โดยแบ่งสัดส่วนกลุ่มชาวประมงตามอำเภอ และกำหนดตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ด้วยการจับฉลาก (ณรงค์, 2542) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างได้แก่แบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบหยั่งลึกร่วมกับการสังเกต เก็บข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม พ.ศ.2559 ข้อมูลที่จัดเก็บประกอบด้วย 1) ระดับความคิดเห็นต่อมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองโดยแบ่งระดับความคิดเห็นเป็นแบบ Likert scale จำนวน 5 ระดับ (ชัชวาลย์, 2539) 2) ข้อมูลความคิดเห็นต่อโอกาสการเกิดขึ้นในชุมชนและ 3) ความร่วมมือของชาวประมงต่อมาตรการเพื่อลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ

เชิงพรรณนาบรรยายข้อมูลด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การแปลผลการวิเคราะห์แบ่งความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กดังนี้ 1.00 - 1.80 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1.81 - 2.60 = ไม่เห็นด้วย 2.61 - 3.40 = ปานกลาง 3.41 – 4.20 = เห็นด้วย และ 4.21- 5.00 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน วิเคราะห์ความแตกต่างของความคิดเห็นของชาวประมงด้วยความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Scheffe

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในจังหวัดตรังต่อมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง มาตรการที่ชาวประมงเห็นด้วยอย่างยิ่งมีเพียง 2 เรื่อง คือ 1) การนำปูม้าที่มีไข่นอกกระดองมาฟักแล้วนำไปปล่อยสู่ธรรมชาติ สอดคล้องกับการศึกษาของ ธงชัย และคณะ (2553) เนื่องจากการดำเนินการฟักไข่ปูม้านี้ชาวประมงไม่เสียผลประโยชน์ จากการเข้าพื้นที่พบว่าผู้ที่ดำเนินการฟักไข่จากแม่ปูม้าคือ แพรับซื้อปูม้าด้วยการซื้อปูม้าที่มีไข่นอกกระดองจากชาวประมงและนำมาฟักเอง และ 2) การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีดำ เนื่องจากชาวประมงรู้ว่าปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีดำนั้นจับได้น้อย เพียงร้อยละ 18.2 ของปูม้าเพศเมียที่มีไข่นอกกระดองทั้งหมด (Nitiratsuwan et al., 2013) นอกจากนี้แล้วชาวประมงยังรู้ว่าอีก 1-2 วันไข่ก็จะฟักเป็นตัว (Arshad et al., 2006) ดังนั้นแม้ว่าชาวประมงจะต้องเสียผลประโยชน์ไปบ้างแต่ก็คาดว่าจะได้รับผลประโยชน์จากปูม้าที่จะจับได้ในอนาคต จึงเห็นด้วยอย่างยิ่งกับมาตรการนี้

ชาวประมงมีระดับความคิดเห็นต่อมาตรการฯ ระดับเห็นด้วย 2 มาตรการ คือ 1) ชาวประมงไม่ควรจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง และ 2) หากห้ามจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแต่เมื่อชาวประมงจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองได้ก็จะนำแม่ปูม้ามาปล่อยใกล้ๆที่พัก โดยในข้อ 2) เป็นมาตรการแก้ไขปัญหาที่น่าจะส่งผลกระทบต่อชาวประมงแต่มีแนวโน้มว่าชาวประมงจะได้รับประโยชน์จากปูม้าในอนาคต

ส่วนมาตรการที่ชาวประมงมีความคิดเห็นในระดับปานกลางมี 6 มาตรการ ประกอบด้วย 1) การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีน้ำตาล 2) การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีเหลือง 3) การห้ามจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง 4) การกำหนดห้ามทำประมงในพื้นที่วางไข่ของปูม้า 5) การกำหนดห้ามทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง 3 เดือน ในฤดูวางไข่ และ 6) การห้ามจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแต่หากชาวประมงจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองได้ให้ปล่อยแม่ปูม้าคืนในพื้นที่ที่จับปูม้าทันที จะเห็นได้ว่ามาตรการที่ชาวประมงเห็นด้วยในระดับปานกลางนั้นเป็นมาตรการที่กระทบต่อรายได้ของชาวประมง แต่ในการจัดการทรัพยากรประมงให้มีความยั่งยืนนั้นการปกป้องพ่อแม่พันธุ์ถือเป็นมาตรการสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์น้ำเพศเมียที่มีไข่เพื่อให้มีการทดแทนที่ของทรัพยากรรุ่นใหม่ (King, 1995) ดังนั้นในหลายประเทศจึงมีกฎหมายห้ามทำการประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง หรือแม้กระทั่งประเทศไทยที่มีกฎหมายห้ามทำประมงปูทะเล (มาลา และคณะ, 2532) เป็นต้น แต่พบว่าปัจจุบันมีการนำปูม้าที่มีไข่นอกกระดองมาจำหน่ายทั่วไป

ชาวประมงไม่เห็นด้วยกับมาตรการการปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีส้ม เนื่องจากชาวประมงทราบว่าปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีส้มจับได้มากที่สุด (Nitiratsuwan et al., 2013)

สุดท้ายชาวประมงไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับการห้ามจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแต่หากชาวประมงจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองได้ก็จะหักตับปิ้งปูม้าทิ้งแล้วนำปูมาจำหน่าย (**Table 1**) แตกต่างจากรายงานของ มาลา และคณะ (2532) ที่รายงานว่า ชาวประมงจะเลี่ยงกฎหมายการห้ามทำประมงโดยการหักตับปิ้งปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง แต่ในปัจจุบันชาวประมงมีจิตใจในการอนุรักษ์มากขึ้นพิจารณาได้จากความคิดเห็นในหลายข้อที่ได้กล่าวมาข้างต้น ส่งผลให้ชาวประมงไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับการหักตับปิ้งปูม้าเพื่อเลี่ยงกฎหมาย

ชาวประมงขนาดเล็กที่ทำการประมงปูม้าในแต่ละอำเภอมีระดับความคิดเห็นต่อมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแตกต่างกันใน 9 มาตรการ โดยในอำเภอปะเหลียนชาวประมงมีระดับความคิดเห็นเห็นด้วยมากกว่าอำเภออื่นๆ เกือบทุกเรื่อง ยกเว้นเรื่องการกำหนดห้ามทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง 3 เดือนในฤดูวางไข่ที่ต่ำกว่ากลุ่มชาวประมงในอำเภอสิเกา ชาวประมงในอำเภอกันตังมีความคิดเห็นต่อมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองต่ำกว่าอำเภออื่นถึง 6 มาตรการ และอำเภอหาดสำราญต่ำกว่าอำเภออื่น 3 มาตรการ (**Table 2**) ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของธงชัย และคณะ (2553) ที่รายงานว่าชาวประมงในอำเภอปะเหลียนมีความคิดเห็นในการอนุรักษ์ปูม้าสูงกว่าในอำเภออื่น เนื่องจากสภาพของทรัพยากรปูม้ามีความอุดมสมบูรณ์กว่าพื้นที่อื่นๆ

สำหรับความคิดเห็นของชาวประมงต่อการให้ความร่วมมือในการดำเนินการมาตรการต่างๆ ในระดับมาก (มากกว่าร้อยละ 80.0) 4 มาตรการ ประกอบด้วย 1) การนำปูม้าที่มีไข่นอกกระดองมาฟักแล้วนำไปปล่อยสู่ธรรมชาติ 2) การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีดำ 3) การห้ามจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแต่หากชาวประมงจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองได้ก็จะนำแม่ปูม้ามาปล่อยใกล้ๆที่พัก และ 4) ชาวประมงไม่ควรจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง

การให้ความร่วมมือปานกลางต่อมาตรการห้ามจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแต่หากชาวประมงจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองได้ก็จะปล่อยแม่ปูม้าคืนในพื้นที่ที่จับปูม้าได้ทันที และให้ความร่วมมือน้อยต่อ 6 มาตรการ ประกอบด้วย 1) การห้ามจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง 2) การกำหนดห้ามทำประมงในพื้นที่วางไข่ของปูม้า 3) การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีส้ม 4) การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีเหลือง 5) การกำหนดห้ามจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง 3 เดือนในช่วงวางไข่ และ 6) การห้ามจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแต่หากชาวประมงจับได้ก็จะหักตับปิ้งทิ้งแล้วนำปูมาจำหน่าย (**Table 3**) ความร่วมมือของชาวประมงสอดคล้องกับความคิดเห็นกับมาตรการในการจัดการทรัพยากรปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง โดยระดับความร่วมมือที่ชาวประมงให้นั้นสอดคล้องกับระดับความคิดเห็นต่อมาตรการฯ โดยชาวประมงให้ความร่วมมือมากกับมาตรการที่ชาวประมงเห็นด้วยสูง แต่ให้ความร่วมมือน้อยกับมาตรการที่ชาวประมงเห็นด้วยต่ำ

โดยความคิดเห็นของชาวประมงต่อความร่วมมือในทุกมาตรการสูงกว่าความคิดเห็นต่อโอกาสที่มาตรการฯ จะเกิดขึ้นในชุมชนเกือบทุกเรื่อง (**Table 3**) ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความไม่ไว้วางใจในชุมชนต่อการดำเนินการ ซึ่งส่งผลต่อการดำเนินการมาตรการต่างๆ ที่ส่วนใหญ่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ก็เนื่องจากความไม่ไว้วางใจนั่นเอง

Table 1 Opinion of small-scale fishermen toward decrease berried blue swimming crab fishing measures in Trang Province

Measure	Mean	S.D.	Meaning
1. Blue swimming crab reduced due to berried blue swimming crab fishing	4.20^{ns}	1.21	Agreed
2. Hatching berried blue swimming crab and then release into nature	4.71**	0.63	Absolutely agreed
3. Fishermen should not catch berried blue swimming crab	3.57**	1.44	Agreed
4. Releasing black berried blue swimming crab	4.42^{ns}	0.98	Absolutely agreed
5. Releasing brown berried blue swimming crab	3.15^{ns}	1.32	Moderate agreed
6. Releasing yellow berried blue swimming crab	2.62**	1.36	Moderate agreed
7. Releasing orange berried blue swimming crab	2.56**	1.34	Disagreed
8. Limiting fishing in berried blue swimming crab	2.64**	1.66	Moderate agreed
9. Limiting fishing in blue swimming crab spawning area	2.70*	1.57	Moderate agreed
10. Limiting fishing in blue swimming crab spawning area for 3 months	2.66**	1.52	Moderate agreed
11. Selling blue swimming crab that their egg were broken by fishermen	1.54**	1.13	Absolutely disagreed
12. Releasing berried blue swimming crab near fishers village	3.95^{ns}	1.35	Agreed
13. Releasing berried blue swimming crab into fishing area	3.40**	1.59	Moderate agreed

Note: 1. Average opinion and meaning classifications; 1.00 - 1.80 = Absolutely disagreed, 1.81 - 2.60 = Disagreed, 2.61 - 3.40 = Moderate agreed, 3.41-4.20 Agreed and 4.21 – 5.00 = Absolutely agreed

2. ^{ns} non-significant ($P>0.05$), * significant ($P<0.05$), ** highly significant

Table 2 Opinion of small-scale fishermen toward decrease berried blue swimming crab fishing measures in Trang Province by district

Measure	District			
	Sikao	Kantang	Hadsumran	Palian
1. Hatching berried blue swimming crab and then release into nature	4.77^{b}	4.84^{b}	4.19^{a}	4.94^{b}
2. Fishermen should not catch berried blue swimming	3.92^{bc}	2.84^{a}	3.35^{ab}	4.39^{c}
3. Releasing yellow berried blue swimming crab	2.69^{ab}	1.86^{a}	2.85^{b}	3.89^{c}
4. Releasing orange berried blue swimming crab	2.73^{b}	1.79^{a}	2.58^{ab}	3.72^{c}
5. Do not catch berried blue swimming crab	2.88^{b}	1.37^{a}	3.28^{b}	3.73^{b}
6. Limiting fishing in blue swimming crab spawning area	2.67^{ab}	3.00^{ab}	1.92^{a}	3.22^{b}
7. Limiting fishing in blue swimming crab spawning area for 3 months	3.16^{b}	2.33^{ab}	1.81^{a}	2.94^{b}
8. Selling blue swimming crab that their egg were broken by fishermen	1.50^{a}	1.03^{a}	1.85^{ab}	2.11^{b}
9. Releasing berried blue swimming crab into fishing area	3.48^{b}	2.12^{a}	4.54^{b}	4.56^{b}

Note: Average opinion of different superscript in the same row indicate statistically highly significance ($P<0.01$)

Table 3 Percentage of small-scale fishermen opinion toward opportunity and participation on decrease berried blue swimming crab fishing measures in Trang Province

Measure	Opportunity (%)		Participation (%)	
	Yes	No	Yes	No
1. Hatching berried blue swimming crab and then release into nature	98.7	1.3	98.7	1.3
2. Fishermen should not catch berried blue swimming crab	72.8	27.2	84.1	15.9
3. Releasing black berried blue swimming crab	94.0	6.0	97.4	2.6
4. Releasing brown berried blue swimming crab	74.8	25.2	80.1	19.9
5. Releasing yellow berried blue swimming crab	54.3	45.7	58.3	41.7
6. Releasing orange berried blue swimming crab	51.7	48.3	58.3	41.7
7. Limiting fishing in berried blue swimming crab	51.7	48.3	49.7	50.3
8. Limiting fishing in blue swimming crab spawning area	51.0	49.0	53.6	46.4
9. Limiting fishing in blue swimming crab spawning area for 3 months	60.9	39.1	62.3	37.7
10. Selling blue swimming crab that their egg were broken by fishermen	42.1	57.9	32.9	67.1
11. Releasing berried blue swimming crab near fisher village	88.7	11.3	88.7	11.3
12. Releasing berried blue swimming crab into fishing area	72.8	27.2	73.5	26.5

สรุปผลการทดลอง

1. ชาวประมงรู้ว่าการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองส่งผลให้ปูม้าลดลง โดยเห็นด้วยกับการไม่ควรจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับการหักตับปิ้งปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแล้วนำมาจำหน่าย แต่เห็นด้วยกับมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองในบางเรื่อง โดยชาวประมงเห็นด้วยอย่างยิ่งกับมาตรการที่ชาวประมงไม่เสียประโยชน์มากนัก เช่น การนำแม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองฟักแล้วปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ และการปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีดำ แต่เมื่อเป็นมาตรการที่ต้องเสียผลประโยชน์เพิ่มขึ้นแต่จะได้รับผลประโยชน์ในอนาคตก็จะเห็นด้วยในระดับเห็นด้วยเท่านั้น เช่น การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองบริเวณใกล้ที่พัก แต่หากเป็นมาตรการที่ชาวประมงต้องเสียผลประโยชน์มากขึ้นก็จะเห็นด้วยในระดับปานกลาง เช่น การห้าม

จับปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีเหลืองและส้ม

2. ความคิดเห็นของชาวประมงในอำเภอปะเหลียนต่อมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสูงกว่าในอำเภออื่นหลายมาตรการ และกลุ่มในอำเภอกันตังต่ำกว่าในอำเภออื่น

3. ความคิดเห็นในความร่วมมือของตัวชาวประมงเองต่อมาตรการต่างๆ สูงกว่าโอกาสที่มาตรการนั้นๆ จะเกิดขึ้นในชุมชนในหลายมาตรการ

ข้อเสนอแนะแนวทางการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองควรแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ประกอบด้วย 1) ระยะสั้น ควรเร่งรัดการใช้มาตรการที่ชาวประมงเห็นด้วย เช่น การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีดำซึ่งน่าจะเกิดขึ้นได้ก่อนเนื่องจากชาวประมงเห็นด้วยอย่างยิ่ง และการจัดกิจกรรมเพาะฟักปูม้าที่ไข่นอกกระดองแล้วนำไปปล่อยสู่ธรรมชาติ โดยให้ชาวประมงมีส่วนรับผิดชอบด้วยการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ 2) ระยะยาว ควรนำมาตรการที่ชาวประมงเห็นด้วยในระดับปานกลางมาใช้ โดยเริ่มจากการให้ความรู้ และจัดประชุมโดยผู้มีส่วนได้เสียทุกระดับตั้งแต่ชาวประมง เจ้าของแพรับซื้อปูม้า ผู้นำชุมชน ตัวแทนองค์กรเอกชน เจ้าพนักงานประมง เจ้าพนักงานกรมอุทยาน ชายฝั่ง และพรรณพืช มาทำความตกลงร่วมกันเพื่อกำหนดวิธีการดำเนินการ กฎระเบียบในการดำเนินการ บทลงโทษหากไม่ปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความไว้เนื้อเชื่อใจอันส่งผลให้มาตรการนั้นๆ เกิดขึ้นได้ในชุมชน

เอกสารอ้างอิง

ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์. 2539. **สถิติพื้นฐาน**. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

ณรงค์ ศรีสวัสดิ์. 2542. **วิธีการวิจัยทางสังคมวิทยา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, บัญชา สมบูรณ์สุข และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. 2550. สภาพเศรษฐกิจ สังคม และการทำประมงปูม้าของชาวประมงขนาดเล็กในจังหวัดตรัง. **ว.เกษตรศาสตร์** 28: 309-320.

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, บัญชา สมบูรณ์สุข และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. 2553. ความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำการประมงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ต่อการจัดการทรัพยากรปูม้าในจังหวัดตรัง, น.218-228. ใน **การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 48 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง**, 3-5 กุมภาพันธ์ 2553, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, สุวัจน์ ธัญรส และกันย์สินี พันธ์วนิชดำรง. 2555. แนวทางการจัดการประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองที่เหมาะสมโดยชุมชนประมง. **ว. วิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่**. 5 (4):19-29.

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, อภิรักษ์ สงรักษ์, ชาญยุทธ สุดทองคง และกังวาลย์ จันทรโชติ. 2547. **โครงการการจัดการประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง, ตรัง.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2558. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ.2556**. เอกสารฉบับที่7/2558. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 87 น.

มาลา สุพงษ์พันธุ์, สุพล จิตราพงษ์ และกิตติพงศ์ กลิ่นรอด. 2532. **การประมงอวนลอยปูม้า**. เอกสารเผยแพร่วิชาการ. กรุงเทพฯ: กลุ่มประเมินสภาวะทรัพยากรและการประมง กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Arshad, A., Efrizal, M.S. and Saad, C.R. 2006. Study on fecundity, embryology and larvae development of blue swimmer crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) under laboratory conditions. **Res. J. Fish. Hydro**. 1: 35-44.

FAO. 2016. FishStatJ - software for fishery statistical time series. Retrieved September, 15 2016. From **http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en#downlDataset**

King, M. 1995. **Fisheries Biology, Assessment and Management**. Oxford: Fishing News Books.

Nitiratsuwan, T. and Juntarashote, K. 2004. Sustainable management measures for blue Swimming crab (*Portunus pelagicus*) fishery: A case study in Sikao district, Trang Province, Thailand. In **Proceedings of the 12th Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics & Trade (IIFET)**. Tokyo University of Marine Science and Technology Tokyo, Japan. July 20-30 2004. Available Source: CD-ROM.

Nitiratsuwan, T., Tanyaros, S. and Panwanitdumrong, K. 2013. Distribution of berried female blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in the coastal waters of Trang Province, southern Thailand. **Maejo Int. J. Sci. Technol**. 7(Special Issue): 52-59.

ชนิดและความชุกชุมของประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่บริเวณหาดทราย หาดทุ่งวัวแล่น หาดทรายรี และหาดบางมะพร้าว จังหวัดชุมพร

Species and Abundance of Macrobenthic Community of Sandy Beach at Thungwualaen Beach, Sairee Beach, Bangmaparw Beach, Chumphon Province

อิ่มเอม ฮอเจริญชัย[1*] ธรรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์[1] และ วิภูษิต มัณฑะจิตร[2]

Eimaim Hocharoenchai[1*], Thon Thamrongnawasawat[1] and Vipoosit Manthachitra[2]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อทราบถึงชนิดและความชุกชุมของประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่บริเวณหาดทราย เพื่อเปรียบเทียบชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษา ทั้ง 3 พื้นที่การศึกษา ได้แก่ หาดทุ่งวัวแล่น หาดทรายรี และหาดบางมะพร้าว จังหวัดชุมพร ในเดือนมีนาคม 2558 โดยเก็บตัวอย่างสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่โดยใช้ท่อเก็บตัวอย่าง (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร) ที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาจำนวนชนิดและความหนาแน่นของประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่บริเวณหาดทรายในทั้ง 3 หาด โดยมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 116, 53, 357 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ พบว่า จำนวนของสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่แบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่ม จากทั้งหมด 3 ไฟลัม ได้แก่ Phylum Annelida, Phylum Mollusca และ Phylum Arthropoda กลุ่มสิ่งที่ชีวิตชนิดเด่นที่พบทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาคือ กลุ่มของ Class Polychaeta, กลุ่มปู และสุดท้ายคือหอยสองฝา

ABSTRACT

The objective of the study was to species and abundance of macrobenthic community of sandy beach at Thungwualaen beach, Sairee beach, Bangmaparw beach, Chumphon Province were studied in March 2015. Samples were collected using a core (diameter = 15 cm) at 20 cm depth. The averages abundance of macrobenthic were 116 individuals/m^2, 53 individuals/m^2, and 357 individuals/m^2 respectively. Six taxa of three phylum of macrobenthic animals were found. (Phylum Annelida, Phylum Mollusca and Phylum Arthropoda). Dominant groups are polychaeta, crabs and bivalvia.

Key Word: macrobenthos, sandy beach, Chumphon Province

* Corresponding author; e-mail address: **a.eimaim@hotmail.com**

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ.งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Ngam Wong Wan Road, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]ภาวิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อาคารวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชลบุรี 20131

[2]Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Biological Science building, Chonburi 20131

คำนำ

หาดทรายเป็นระบบนิเวศทางทะเลที่มีความสำคัญแห่งหนึ่ง โดยเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในทะเลหลายชนิด หาดทรายมีลักษณะที่ไม่คงตัว เป็นระบบนิเวศที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ทั้งอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง การพัดพาของกระแสคลื่นและลม สภาวะการแห้งน้ำในช่วงน้ำลด ดังนั้นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศหาดทรายโดยส่วนมากจะต้องมีความสามารถในการปรับตัวเพื่อทนรับต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงและพื้นที่บริเวณหาดทรายไม่มีที่กำบังหลบซ่อนจากศัตรู ดังนั้นโดยส่วนมากสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบริเวณหาดทรายในส่วนใหญ่จะดำรงชีวิตอยู่ใต้พื้นทราย โดยการขุดรูฝังตัวใต้พื้นทราย (Nybakken, 2001) นอกจากนี้ระบบนิเวศหาดทราย ยังเป็นระบบนิเวศที่มนุษย์เข้าไปใช้ประโยชน์มากที่สุด ทั้งในด้านการจัดกิจกรรมการพักผ่อนหย่อนใจ การทำการประมง แหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอุตสาหกรรม ดังนั้นระบบนิเวศหาดทรายจึงเป็นระบบนิเวศที่มีการคุกคามโดยมนุษย์มากที่สุด

สัตว์พื้นทะเลมีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเลเป็นอย่างมาก เป็นตัวบ่งชี้ถึงความหลากหลาย ความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพของระบบนิเวศทางทะเล และความสมบูรณ์ของพื้นที่ โดยบริเวณพื้นที่ที่อยู่ในสภาวะปกติจะพบจำนวนและปริมาณของสัตว์พื้นทะเลจำนวนมาก สัตว์พื้นทะเลมีความหลากหลายทางชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์พื้นทะเลชนิดนั้น ๆ (จิตติมา, 2544; Thorson 1957) สัตว์พื้นทะเลยังมีความสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานต่อระบบห่วงโซ่อาหารทั้งระดับปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งเป็นอาหารของสัตว์น้ำในขั้นที่อยู่สูงกว่าในระบบห่วงโซ่อาหาร (Brook, 1977) อีกทั้งยังเป็นส่วนสำคัญในการสร้างและการหมุนเวียนสารอินทรีย์ในระบบ นอกจากนี้สัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่เป็นสัตว์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมจะทำให้ระบบโครงสร้างของสัตว์พื้นทะเลในพื้นที่นั้น ๆ เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ประชาคมสัตว์พื้นทะเลในบริเวณที่มีการถูกรบกวนหรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมสามารถฟื้นฟูกลับมาได้ (Whanpetch, 2010) สัตว์พื้นทะเลจึงสามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของระบบของระบบนิเวศนั้น ๆ ได้

พื้นที่บริเวณหาดทุ่งวัวแล่น หาดทรายรี และหาดบางมะพร้าว จังหวัดชุมพร ซึ่งพื้นที่การศึกษาในครั้งนี้เป็นบริเวณของระบบนิเวศหาดทรายที่มีการเข้าไปใช้ประโยชน์ของมนุษย์ โดยพื้นที่หาดทุ่งวัวแล่นและหาดทรายรีมีการใช้ประโยชน์ทางด้านการท่องเที่ยว ส่วนในพื้นที่หาดบางมะพร้าวเป็นชุมชนชาวประมงขนาดเล็ก ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายทางชนิดและความหนาแน่นของประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่บริเวณพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางการศึกษาประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ในบริเวณระบบนิเวศหาดทราย

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาจังหวัดชุมพร ประกอบไปด้วย 3 หาด ได้แก่ หาดทุ่งวัวแล่น หาดทรายรี และ หาดบางมะพร้าว โดยทำการเก็บตัวอย่างสัตว์พื้นทะเลบริเวณหาดทราย ในเดือนมีนาคม 2558 ที่จัดอยู่ในช่วงฤดูแล้ง คลื่นลมสงบ ไม่มีผลกระทบของการเกิดมรสุมและปริมาณน้ำฝนที่ลงมายังพื้นที่ศึกษา

1.) หาดทุ่งวัวแล่น ลักษณะเป็นหาดเปิด ทรายละเอียดปนกะซ้าหอย ชนิดตะกอนดินโดยเฉลี่ยจัดเป็นทรายละเอียด (Fine sand) อนุภาคตะกอนดินส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วง 0.125-0.25 มิลลิเมตร มีการใช้ประโยชน์ทางด้านการท่องเที่ยว มีปริมาณนักท่องเที่ยวน้อย ไม่ถือว่าเป็นสถานที่ท่องเที่ยวทางทะเลที่ได้รับความนิยมมากนัก

2.) หาดทรายรี ลักษณะเปิดหาดเปิด ทรายละเอียดปนกะซ้าหอย ชนิดของตะกอนโดยเฉลี่ยจัดเป็นทรายกลาง (Medium sand) อนุภาคตะกอนดินส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วง 0.25-0.50 มิลลิเมตร มีการใช้ประโยชน์ทางด้านการท่องเที่ยว ปริมาณนักท่องเที่ยวน้อย ไม่ถือว่าเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมมากนัก เช่นเดียวกับพื้นที่หาดทุ่งวัวแล่น

3.) หาดบางมะพร้าว ลักษณะเป็นหาดเปิด ทรายหยาบปนเศษเปลือกหอย ชนิดของตะกอนโดยเฉลี่ยจัดเป็นทรายกลาง (Coarse sand) อนุภาคตะกอนมีขนาด >1 มิลลิเมตร เป็นชุมชนชาวประมงขนาดเล็ก

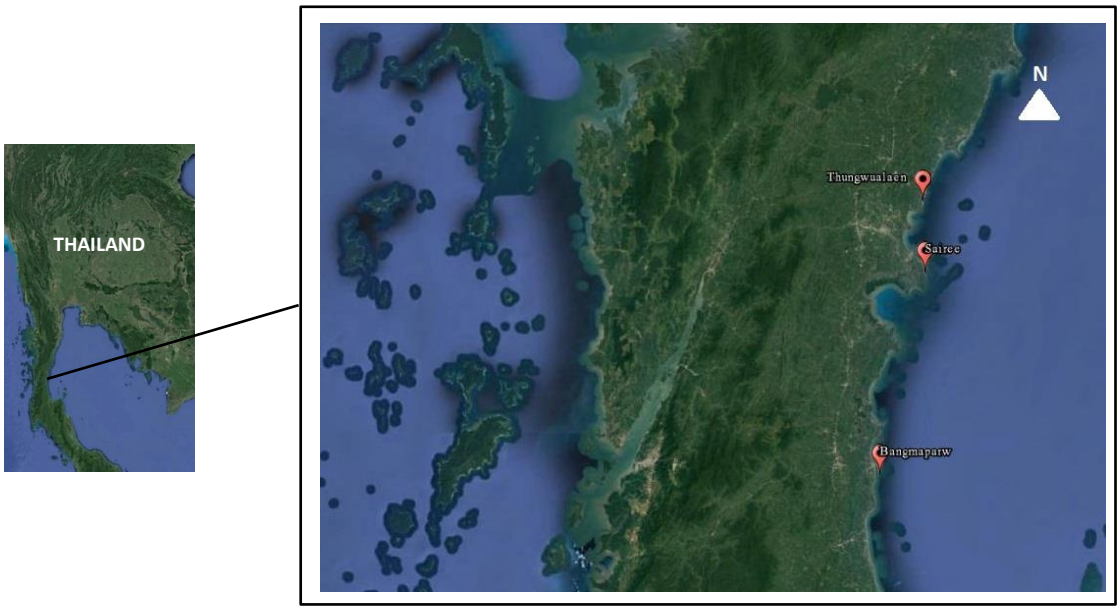


Figure 1 Sampling station in Thungwualaen beach, Sairee, Bangmaparw beach, Chumphon province.

การเก็บตัวอย่างสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่

แบ่งพื้นที่การศึกษาในแต่ละหาดออกเป็น 3 สถานี ระยะห่างต่อสถานี 500 เมตร แต่ละสถานีทำการเก็บตัวอย่างสถานีละ 3 ซ้ำ บริเวณพื้นที่น้ำลงต่ำสุด ในแนวระนาบเดียวกัน โดยแต่ละสถานีกำหนดจุดกลางของแต่สถานีและขยายออกทางด้านซ้ายและขวา เพื่อให้เป็นจุดซ้ำในแต่ละสถานี ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์พื้นทะเลด้วย Corer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ที่ระดับความลึกลงไป 20 เซนติเมตร นำตัวอย่างที่เก็บได้แต่ละครั้งผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดตา 500 ไมโครเมตร ตัวอย่างและตะกอนที่ค้างอยู่บนตะแกรงร่อนทั้งหมดเก็บรักษา

ด้วยฟอร์มาลีน 10% เพื่อนำไปทำการคัดแยกสิ่งมีชีวิต เพื่อจำแนกชนิดและนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (Stereomicroscope) เพื่อหาองค์ประกอบของกลุ่มสิ่งมีชีวิต จำนวนชนิดและความหนาแน่นของประชาคมสิ่งมีชีวิตพื้นทะเลโดยคำนวณเป็นจำนวนตัวต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตรในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาขนาดตะกอน

ทำการศึกษาขนาดของตะกอนดิน (Grain size) ในแต่ละสถานี ตามวิธีมาตรฐานของ Wentworth โดยนำไปผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดแตกต่างกัน คือ ขนาด 63-125, 125-250, 250-500, 500-1000 และ >1,000 ไมโครเมตร ตามลำดับ

ผลการทดลอง

จำนวนชนิด ความหนาแน่น และองค์ประกอบของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษา

จากการเก็บข้อมูลประชากรสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 หาด ได้แก่ หาดทุ่งวัวแล่น หาดทรายรี และ หาดบางมะพร้าว จังหวัดชุมพร ในเดือนมีนาคม 2558 พบสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ แบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่มจาก 3 ไฟลัม ได้แก่ Phylum Annelida, Phylum Mollusca และ Phylum Arthropoda ชนิดเด่นที่พบจำนวนมากในทั้ง 3 หาดพื้นที่การศึกษาคือ กลุ่มสัตว์พื้นทะเล Class Polychaeta และอีกชนิดที่พบในทั้ง 3 หาดพื้นที่ศึกษา คือ ปูลม (*Ocypode sp.*) แต่พบในจำนวนที่น้อย โดยในพื้นที่ศึกษาหาดทุ่งวัวแล่นพบสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่จำนวน 4 ชนิด มีความหนาแน่นของสัตว์พื้นทะเลเฉลี่ย 116 ตัวต่อตารางเมตร โดยสัตว์พื้นทะเลชนิดเด่นที่พบคือ ปูทหาร (*Dotilla sp.*) มีค่าความหนาแน่นที่ 302±131 ตัวต่อตารางเมตร ชนิดสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่อื่นๆ ที่พบ ได้แก่ กลุ่ม Class Polychaeta มีความหนาแน่น 170±98 ตัวต่อตางรางเมตร ปูเสฉวน (*Diogenes Sp.*) มีความหนาแน่น 132±92 ตัวต่อตารางเมตร และชนิดสุดท้ายที่พบในหาดทุ่งวัวแล่น คือ ปูลม (*Ocypode sp.*) มีความหนาแน่น 57±22 ตัวต่อตารางเมตร พื้นที่ศึกษาหาดทรายรีพบสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่จำนวน 4 ชนิด มีความหนาแน่นของสัตว์พื้นทะเลเฉลี่ย 53 ตัวต่อตางรางเมตร สัตว์พื้นทะเลชนิดเด่นที่พบคือ ปูเสฉวน *Diogenes sp.* มีความหนาแน่นที่ 63±27 ตัวต่อตารางเมตร และกลุ่ม Class Polychaeta มีความหนาแน่นที่ 63±44 นอกจากนี้ยังพบสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ชนิดอื่นได้แก่ จักจั่นทะเล (*Hippa sp.*) มีความหนาแน่นที่ 38±34 ตัวต่อตารางเมตร และ ปูลม (*Ocypode sp.*) มีความหนาแน่นที่ 25±17 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนในพื้นที่หาดบางมะพร้าวพบสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่จำนวน 4 ชนิด มีความหนาแน่นของสัตว์พื้นทะเลเฉลี่ย 357 ตัวต่อตารางเมตร พบสัตว์พื้นทะเลชนิดเด่นคือ *Donax cuneatus* มีความหนาแน่น 1132±113 ตัวต่อตารางเมตร อีก 3 ชนิดที่พบในหาดบางมะพร้าวได้แก่ Class Polychaeta มีความหนาแน่น 604±247 ตัวต่อตารางเมตร จักจั่นทะเล (*Hippa sp.*) มีความหนาแน่น 264±86 ตัวต่อตารางเมตร และชนิดสุดท้ายที่พบคือ (*Ocypode sp.*) 94±67 ตัวต่อตารางเมตร (Figure 2.)

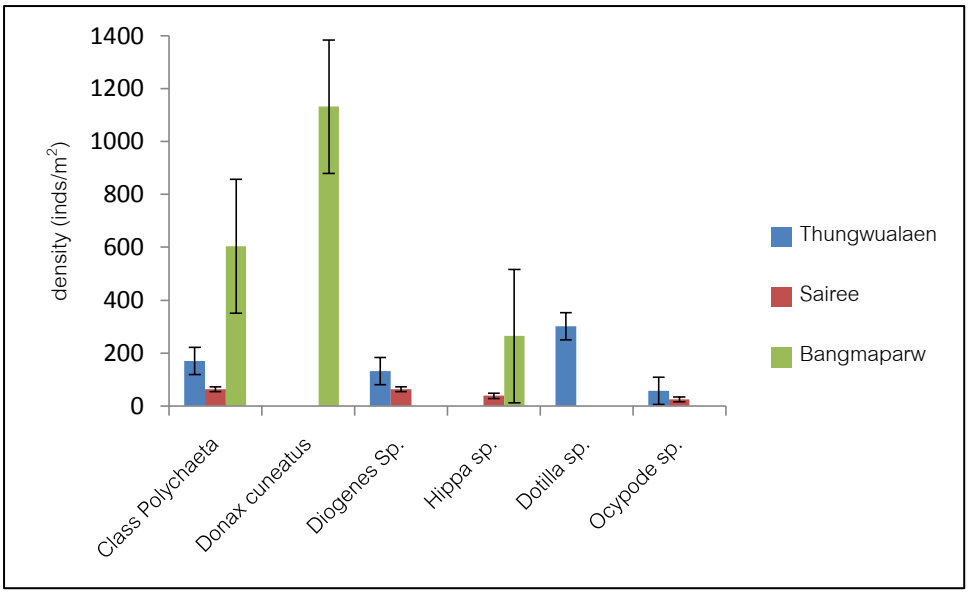


Figure 2 The average density of Macrobenthic in Thungwualaen beach, Sairee, Bangmaparw beach, Chumphon province.

การศึกษาชนิดและขนาดอนุภาคตะกอนดิน

จากการศึกษาชนิดและขนาดอนุภาคตะกอนดิน ในแต่ละหาดพื้นที่ศึกษาพบว่าในพื้นที่ศึกษา หาดทุ่งวัวแล่นและหาดทรายรี มีชนิดและขนาดของอนุภาคตะกอนดินที่ใกล้เคียงกัน โดยเฉลี่ยเป็นทรายละเอียด (Fine sand) และทรายกลาง (Medium sand) อนุภาคตะกอนดินเฉลี่ยส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วง 0.125-0.25 และ 0.25-0.50 มิลลิเมตร ส่วนในพื้นที่ศึกษาหาดทุ่งวัวแล่นมีชนิดและขนาดอนุภาคตะกอนดินที่แตกต่างออกไปจากพื้นที่ศึกษาหาดทุ่งวัวแล่นและหาดทรายรี คือ มีชนิดของตะกอนดินเฉลี่ยโดยเฉลี่ยเป็นทรายหยาบ (Coarse sand) และอนุภาคตะกอนดินเฉลี่ยในส่วนใหญ่มีขนาดในช่วง >0.50-1 มิลลิเมตร (Table 1.)

Table 1 Grain size composition of Thungwualaen beach, Sairee, Bangmaparw beach, Chumphon province.

Station	Grain size (mm, %)					
	>1000	500-1000	250-500	125-250	63-125	<63
Thungwualaen	0	1	35	62	2	0
Sairee	3	7	55	32	0	0
Bangmaparw	38	22	10	2	0	0

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาจำนวนชนิดและความหนาแน่นต่อตางเมตรของประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ รวมไปถึงการศึกษาชนิด และอนุภาคของตะกอนดินของพื้นที่การศึกษาทั้ง 3 หาด ได้แก่ หาดทุ่งวัวแล่น หาดทรายรี และ หาดบางมะพร้าว ในเดือนมีนาคม ซึ่งในช่วงเดือนมีนาคมเป็นช่วงของฤดูแล้งซึ่งไม่ได้รับอิทธิพลของน้ำจืด และปริมาณน้ำฝน เมื่อนำผลการศึกษาจำนวนชนิดและความหนาแน่นของสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ที่พบในพื้นที่หาดทั้ง 3 หาด มาเปรียบเทียบกัน พบว่าประชาคมสิ่งมีชีวิตพื้นทะเลขนาดใหญ่ที่พบในทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา มีจำนวนชนิดความหลากหลายที่คล้ายคลึงกัน โดยในทุกพื้นที่ศึกษาจะพบสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ใน Phylum Arthropoda ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา เพราะสัตว์พื้นทะเลในกลุ่มปู เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ตามบริเวณพื้นที่หาดทราย โดยสามารถพบกระจายตั้งแต่ตอนบนสุดของหาดที่เป็นเขตน้ำทะเลขึ้นไม่ถึง ไปจนถึงบริเวณเขตน้ำลงต่ำสุดจนถึงนอกชายฝั่ง (ธรณ์ และ พันธุ์ทิพย์, 2550) ทั้งนี้ในพื้นที่ศึกษาหาดทุ่งวัวแล่นจะพบ ปูเสฉวน (*Diogenes sp.*) และ ปูทหาร (*Dotilla sp.*) ซึ่งสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของบริเวณหาดทุ่งวัวแล่นที่มีลักษณะตะกอนดินเป็นทรายละเอียด (Fine sand) มีอนุภาคตะกอนดินเฉลี่ยส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วง 0.125-0.25 ที่ส่งผลต่อการพบและการกระจายตัวของปูทหาร (พันธุ์ทิพย์และ คณะ, 2552; Cameron, 1966) ในพื้นที่ศึกษาหาดทรายรีจะพบ จั๊กจั่นทะเล (*Hippa sp.*) และ เช่นเดียวกันกับพื้นที่ศึกษาหาดบางมะพร้าว เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีคลื่นลมค่อนข้างแรงซึ่งสอดคล้องตามสภาพแวดล้อมธรรมชาติที่อยู่อาศัยของจั๊กจั่นทะเล ส่วนในกลุ่ม Class Polychaeta เป็นสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ที่พบได้ทั่วไปในบริเวณพื้นที่หาดทราย ซึ่งจะพบในทั้ง 3 พื้นที่การศึกษา (Christopher *et al*., 2005) และในพื้นที่การศึกษาหาดบางมะพร้าวจะพบสิ่งมีชีวิตพื้นทะเลที่แตกต่างจากหาดทุ่งวัวแล่นและหาดทรายรี คือหอยสองฝาชนิด (*Donax cuneatus*) สามารถพบได้ทั่วไปบริเวณพื้นที่หาดทรายที่มีลักษณะเป็นทรายละเอียดก็ยังจะสามารถพบในบริเวณที่ลักษณะเป็นทรายหยาบ (Coarse sand) (Brown and McLachlan, 1990) ผลของจำนวนชนิดและความหนาแน่นของประชาคมสัตว์พื้นทะเลสามารถบอกถึงความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งยังนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ในพื้นที่เดียวกัน หรือ พื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงที่ได้ทำการศึกษา แต่ทั้งนี้ควรมีจำนวนครั้งในการเก็บตัวอย่างเพิ่มเพื่อนำมาเปรียบเทียบในพื้นที่ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

สรุป

การจากสำรวจประชาคมสิ่งมีชีวิตพื้นทะเลในบริเวณหาดทราย 3 พื้นที่การศึกษา ในเดือนมีนาคม 2558 ประกอบไปด้วย หาดทุ่งวัวแล่น หาดทรายรี และหาดบางมะพร้าว มีความหนาแน่นเฉลี่ย 116, 53, 357 ตัวต่อตารางเมตรตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลชนิดสิ่งมีชีวิตพื้นทะเลขนาดใหญ่ที่พบในพื้นที่หาดทั้ง 3 พื้นที่ พบว่าชนิดของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่มีความคล้ายกัน โดยพบสิ่งมีชีวิตพื้นทะเลขนาดใหญ่แบ่งออกเป็น 6 กลุ่มจาก 3 ไฟลัม ได้แก่ Phylum Annelida, Phylum Mollusca และ Phylum Arthropoda โดยกลุ่มสิ่งที่ชีวิตชนิดเด่นที่พบทั้ง 3 พื้นที่ศึกษาคือ กลุ่มของ Class Polychaeta และกลุ่มปู และสุดท้ายคือ หอยสองฝาชนิด (*Donax cuneatus*) ซึ่งสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ทั้ง 3 ไฟลัม จะสามารถพบได้ทั่วไปในระบบนิเวศหาดทราย

เอกสารอ้างอิง

จิตติมา อายตุตะกะ. 2544. การศึกษาเบื้องต้นประชาคมสิ่งมีชีวิตพื้นทะเล. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 328 หน้า.

ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ และ พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์. 2550. คู่มืออันดามัน ปูทะเลไทย. บริษัทไซเบอร์พริ้นท์ จำกัด, กรุงเทพฯ

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์. 2553. **ความหลากหลายทางชีวภาพของปูในแหล่งที่อยู่อาศัยบริเวณชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48. หน้า 435-446

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์. 2552. **ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อการแพร่กระจายของปูทหาร (Dotilla Wichmanni)**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47

Brook, I.M. 1997. **Trophody namics and nutritional ecology of seagrass communities**. pp. 394-457. In A.W.D. Larkum, A.J. McComb and S.A. Shepherd (eds.). Biology of Seagrass : A Treatise on the Biology of Seagrasses with Special Reference to the Australian. Elsevier,Amsterdam

Brown, A.C. and McLachlan. 1990. **Ecology of Sandy Shores**. Elsevier Sciences Publishers B.V., Amsterdum.

Cameron AM. 1966. **Some aspects of the behaviour of the soldier crab, Mictyris longicarpus**. Pac Sci 20(2): 224-234.

Christopher R. S., Hawkins, L.E. Aryuthaka, C. Nimsantijaroen, S. Kendall, M.A. and G.L.J. Paterson. 2005 **Patterns of Polychaeta communities in tropical sedimentary habitat: a case study in south-western Thailand**. The reffles bulletin of zoology 53(1): 1-11

Nybakken, J.W. 2001. **Marine Biology:An Ecological Approach 5th ed**. Benjamin Cummings, San Francisco.

Thorson, G. 1957. Bottom Communities .In: J.W. Hedgpeth (ed.), **Treatise on Marine Ecology and Paleo-ecology**. Waverly Press, Baltimore. pp. 461- 534

Wentworth, C.K. 1922. **A scale of grade and class terms for clastic sediments**. Journal of Geology 30: 377-392

Whanpetch, N., M. Nakaoka, H. Mukai, T. Suzuki, S. Nojima, T. Kawai and C. Aryuthaka. 2010. **Temporal changes in benthic communities of seagrass beds impacted by a tsunami in the Andaman Sea, Thailand**. Estuarine Coastal and Shelf Science 87: 246-252.

การศึกษากระแสน้ำและตะกอนบริเวณแหล่งดำน้ำปะการังเทียมและเรือจมมัตโพน บริเวณเกาะล้าน จ.ชลบุรี

The Study of Water Current and Sediment around the Artificial Reefs and Mattapon Ship Wreck, Koh Lan, Chonburi Province

จิตราภรณ์ พักโสภา[1*] สุชาย วรชนะนันท์[1] และ ชนกพร คำพระ[1]

Jitraporn Phaksopa[1*], Suchai Worachananant[1] and Chanokporn Khamphra[1]

บทคัดย่อ

ปัจจัยทางกายภาพมีความสำคัญในการประเมินความเหมาะสมของแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทางทะเล การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพบริเวณแหล่งท่องเที่ยวดำน้ำเรือจมมัตโพน ซึ่งตั้งอยู่บริเวณเกาะล้าน จังหวัดชลบุรี โดยทำการสำรวจในปี 2559 ครั้งที่ 1 ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) และครั้งที่ 2 ในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) พบว่าขนาดอนุภาคดินตะกอนในครั้งที่ 1 ส่วนใหญ่มีขนาด 125-250 µm และ 250-500 µm ส่วนในครั้งที่ 2 พบว่าอนุภาคดินตะกอนส่วนใหญ่ขนาด 125-250 µm และปริมาณน้ำในตะกอนดินมีค่าสูงกว่า ส่วนอัตราการตกตะกอนพบว่า ในครั้งที่ 1 ข้อมูลไม่สมบูรณ์ ส่วนในครั้งที่ 2 อัตราการตกตะกอนมีค่าสูงบริเวณด้านข้างของพื้นที่ศึกษา และทำการตรวจวัดกระแสน้ำในการสำรวจครั้งที่ 2 ที่ความลึก 2 และ 10 เมตร พบว่ากระแสน้ำได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงเป็นหลัก โดยกระแสน้ำที่ระดับ 2 เมตรเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 0.15 เมตร/วินาที ในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ กระแสน้ำในทั้งสองความลึกมีขนาดและทิศทางใกล้เคียงกันแต่ในระดับที่ลึกกว่ามีค่ามากกว่าเพียงเล็กน้อย

ABSTRACT

The dynamics of water currents and sediments are important to access the ecological potential for marine habitats. This study aims to evaluate the distribution of those parameters during two seasons in 2016 (dry season in March and wet season in July) around the diving site - the Mattapon Ship Wreck located nearby Ko Lan, Chonburi Province. The results showed that the grain size distribution was distinctive during two seasons. During the dry season, the sediments consisted of the mixture of fine sand (125-250 µm) and medium sand (250-500 µm), otherwise the fine sand was dominant in wet season. The water content was higher during the wet season. The sedimentation rate varied significantly, however, the data was incomplete in dry season. During wet season, the sedimentation rate was particular high in both right and left side of the study area. For the water current, the study was carried out at two levels (2m and 10m) in the wet season. The currents were dominated by the tidal forcing. The surface current was moving with around 0.15 m/s in the NE and SE direction. The surface current was not different with the deeper current although it was slightly slower.

Key Words: Physical parameters, Mattapon Ship Wreck, Sediment, Water Content, Grain size, Sedimentation rate

* Corresponding author; email address: ffisjpp@ku.ac.th

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลของประเทศไทยมีจำนวนจำกัด อีกทั้งยังมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลอย่างมากจนทำให้ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลลดลงหรือเสื่อมโทรมลงไปอย่างชัดเจน เช่น การขยายตัวของการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การทำประมงโดยใช้เรือและเครื่องมือทำประมงที่ผิดประเภทส่งผลให้ปริมาณสัตว์น้ำในทะเลลดลง เป็นต้น ปะการังเทียมจึงเป็นแนวคิดหนึ่งที่นำมาใช้ในการช่วยแก้ไขปัญหาเหล่านั้น ดังนั้นจึงมีการพัฒนาปะการังเทียมหลายรูปแบบ เพื่อทดแทนปะการังตามธรรมชาติที่เสื่อมโทรมลง ไม่ว่าจะเป็นปะการังเทียมรูปเหลี่ยม ทรงโดม หรือเรือจม เป็นต้น

เมื่อปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ส่วนอนุรักษ์และฟื้นฟูฯ ได้จัดทำโครงการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล จังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามมกุฎราชกุมาร เนื่องในวโรกาสทรงเจริญพระชนมายุ 60 พรรษา สำหรับในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเป็นการจัดวางเรือจมมัตโพน เพื่อให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวดำน้ำ ลดผลกระทบจากการท่องเที่ยวดำน้ำที่มีผลต่อแนวปะการังธรรมชาติ และสามารถเพิ่มรายได้ให้กับประชาชนในพื้นที่ และในปี พ.ศ. 2558 ได้มีการจัดวางปะการังเทียมรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพิ่มเติมรอบเรือจมมัตโพนอีกด้วย

ดังนั้นการศึกษาถึงผลกระทบในบริเวณนั้น ๆ หลังจากมีการจัดวางปะการังเทียมจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก ได้แก่ อัตราการตกตะกอน ขนาดอนุภาคของดิน และกระแสน้ำ เป็นต้น ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของตะกอนและอิทธิพลจากกระแสน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคาดณ์การจมตัวของเรือ และปะการังเทียมบริเวณใกล้เคียง อีกทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ประโยชน์ของรูปแบบแนวปะการังเทียมเพื่อการจัดการที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ที่ เกาะล้าน เมืองพัทยา จ.ชลบุรี จุดพิกัด N 12°53.813' E 100°47.015' ทำการสำรวจทั้งสิ้น 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม) และครั้งที่ 2 ช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพบริเวณเรือจมมัตโพนและปะการังเทียม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การวัดกระแสน้ำ

ทำการศึกษาขนาดและทิศทางของกระแสน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา ในการสำรวจครั้งที่ 2 โดยตรวจวัดข้อมูลความเร็วและทิศทางกระแสน้ำเป็นรายชั่วโมงต่อเนื่องกัน 25 ชั่วโมง ที่ 2 ระดับน้ำความลึก (2 เมตร และ 10 เมตร จากผิวน้ำ) ด้วยเครื่องวัดกระแสน้ำ (Valeport105)

การศึกษาลักษณะของตะกอน

การศึกษาในครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลของอัตราการตกตะกอน ชนิดของดินตะกอน และปริมาณน้ำในดินตะกอนในบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อพิจารณาผลกระทบต่อการวางตัวของเรือมัตโพนและปะการังเทียมที่ทำการติดตั้ง และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนพื้นดินบริเวณนี้ โดยกำหนดจุดที่ทำการเก็บข้อมูลอัตราการตกตะกอนทั้ง 4 ด้านรอบนอกแนวปะการังเทียม (T1-T4) และ ขนาดตะกอนดิน (Grain Size) และปริมาณน้ำในตะกอนดิน (Water Content: WC) 8 จุดเก็บตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นรอบเรือทั้ง 4 ด้าน (C11, C12, C31, C41) และรอบนอกแนวปะการังเทียม ทั้ง 4 ด้าน (C12, C22, C32, C42) (Figure 1)

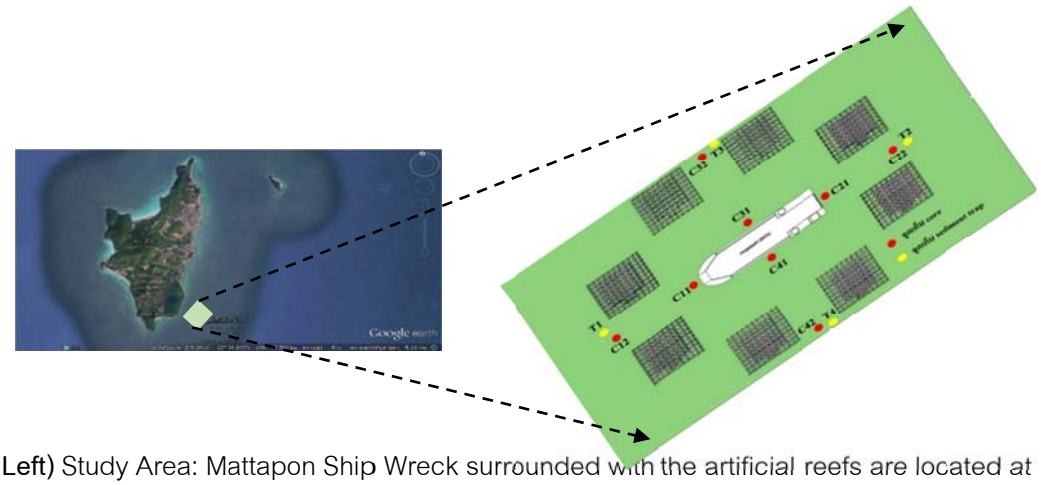


Figure 1 Left) Study Area: Mattapon Ship Wreck surrounded with the artificial reefs are located at the south-eastern side of Ko Lan **Right)** All stations for sediment samples composed of sediment traps (T1, T2, T3, T4) and cores (C11, C12, C21 C22, C31, C32, C41, C42) around the study area (from: googleearth)

1.<u>อัตราการตกตะกอน (sedimentation rate)</u>

ในการศึกษาอัตราการตกตะกอนใช้อุปกรณ์ดักตะกอน (sediment trap) ซึ่งทำจากท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ผูกติดกับโครงเหล็ก จำนวน 2 กระบอก (Figure 2) โดยด้านล่างผูกติดกับทุ่นน้ำหนักและด้านบนผูกติดกับทุ่นลอยไว้เพื่อบังคับให้ sediment trap อยู่ในลักษณะตั้งตรง ในการวาง sediment trap จะทำการวางไว้สูงจากพื้นท้องน้ำประมาณ 50 เซนติเมตร โดยทำการทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้วจึงนำขึ้นมาตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำตะกอนที่ได้ใส่ขวดเก็บตัวอย่าง นำกลับมาวิเคราะห์หาอัตราการตกตะกอน (sedimentation rate) ในห้องปฏิบัติการ โดยนำตัวอย่างตะกอนไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C จนน้ำหนักคงที่ จากนั้นทำการบันทึกน้ำหนักแห้ง และนำไปคำนวณอัตราการตกตะกอนต่อไป

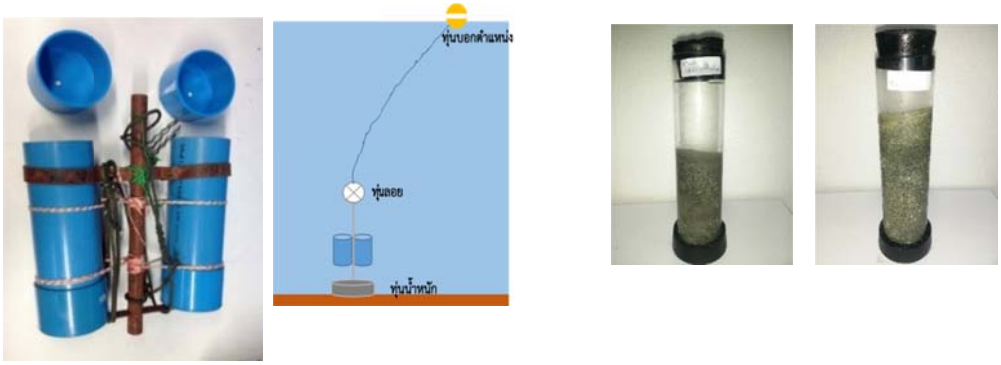


Figure 2 Sediment trap and the installation of sediment trap underwater and examples of sedimnent samples collected by hand core sampler

2.<u>ขนาดตะกอนดิน (Grain Size)</u>

ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดินด้วยวิธี Hand core sampler โดยการดำน้ำแบบ SCUBA diving ลงไปกดท่ออะคลีลิคใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร (Figure 2) ดัดแปลงจาก Mudroch and MacKnight (1994) ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างจะทำการกดท่อในลงไปในแนวดิ่งและตั้งฉากกับพื้นท้องน้ำ

ตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บมาได้ จะถูกนำมาตัดแบ่งเป็นชั้น หนาชั้นละ 2 เซนติเมตร จนหมดระดับชั้นดิน จากนั้นทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Sompongchaiyakul (1989) โดยการนำดินมาร่อนผ่านตะแกรงที่มีช่องตาขนาด 63, 125, 250, 500 และ 1000 μm โดยเรียงกันให้ตะแกรงที่มีช่องตาขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ด้านบนและขนาดตาเล็กที่สุดอยู่ด้านล่าง ใช้วิธีการร่อนแบบเปียก (wet sieving) จากนั้นคำนวณหาร้อยละของขนาดอนุภาคดินตะกอน

สำหรับการจำแนกตัวอย่างดินตะกอนตามขนาดของอนุภาคตะกอน ใช้การจำแนกดินตะกอนได้สำหรับทุกประเภทของแหล่งน้ำ โดยจำแนกชนิดของดินตะกอนตามขนาดอนุภาค (เส้นผ่านศูนย์กลาง) ของตะกอน (grain size) โดยวิธีของ Wentworth (Gray, 1981)

3.ปริมาณน้ำในตะกอนดิน (Water Content: WC)

ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในตะกอนดินตามวิธีของ Chuan and Sugahara (1984) โดยทำการชั่งน้ำหนักถ้วย aluminium foil จากนั้นนำดินตะกอนเปียก 1 - 2 กรัม ใส่ลงในถ้วย aluminium foil เพื่อทำการชั่งน้ำหนักรวมระหว่างถ้วย aluminium foil และตัวอย่างดินตะกอน จากนั้นนำตัวอย่างดินตะกอนเข้าตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 70ºC เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักและคำนวณหาร้อยละของปริมาณน้ำในดินตะกอน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ทิศทางของกระแสน้ำ

ในบริเวณพื้นที่ศึกษามีลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสม (กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ, 2559) และในช่วงที่ทำการเก็บข้อมูล (การสำรวจครั้งที่ 2) ตรงกับวันขึ้น 8 ค่ำ ซึ่งเป็นช่วงน้ำตาย (neap tide) ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขึ้นน้ำลง (tidal range) มีค่าค่อนข้างต่ำ จากผลการตรวจวัดกระแสน้ำในทั้งสองระดับความลึก (Figure 3) พบว่าในพื้นที่ศึกษากระแสน้ำบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงเป็นหลัก โดยกระแสน้ำที่ระดับ 2 เมตร มีความเร็วอยู่ที่ประมาณ 0.15 เมตรต่อวินาที โดยเคลื่อนที่ในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือในขณะน้ำขึ้นและเคลื่อนที่ไปทางตะวันตกเฉียงใต้ในขณะน้ำลง สำหรับกระแสน้ำที่ระดับความลึก 10 เมตร มีความเร็วอยู่ที่ประมาณ 0.17 เมตรต่อวินาที ส่วนทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำนั้นไปในทิศทางเดียวกับที่ระดับความลึก 2 เมตร เมื่อทำการเปรียบเทียบกระแสน้ำในทั้งสองระดับความลึกพบว่ามีขนาดและทิศทางใกล้เคียงกันแต่ในระดับที่ลึกกว่ามีค่ามากกว่าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีระดับความลึกน้ำมากที่สุดอยู่ที่ประมาณ 22 เมตร แต่เนื่องจากข้อจำกัดของอุปกรณ์การตรวจวัดกระแสน้ำจึงไม่สามารถตรวจวัดกระแสน้ำที่ระดับความลึกที่ใกล้เคียงกับความลึกที่เป็นที่ตั้งของเรือได้

การศึกษาลักษณะของตะกอน

อัตราการตกตะกอนของอนุภาค

จากการศึกษาอัตราการตกตะกอนของอนุภาคในพื้นที่บริเวณเรือจมมัตโพนและแหล่งปะการังเทียมบริเวณเกาะล้าน พบว่า อัตราการตกตะกอนมีความแตกต่างกัน โดยบริเวณพื้นที่หน้าเรือจะมีอัตราการตกตะกอนสูงกว่าบริเวณท้ายเรืออย่างชัดเจน

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 sediment trap เกิดการพลิกคว่ำ 2 จุด คือบริเวณทางด้านขวาและซ้ายของเรือจมมัตโพน ส่วนบริเวณหน้าเรือมัตโพน (จุดเก็บตัวอย่าง T1) และท้ายเรือจมมัตโพน (จุดเก็บตัวอย่าง T2) พบอัตราการตกตะกอนมีค่าเป็น 1,514.13 และ 323.53 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าบริเวณหน้าเรือจมมัตโพนมีอัตราการตกตะกอนสูงกว่าถึง 4.6 เท่าเมื่อเทียบกับบริเวณท้ายเรือมัตโพน ส่วนในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 พบว่า บริเวณหน้าเรือจมมัตโพน (จุดเก็บตัวอย่าง T1) ท้ายเรือจมมัตโพน (จุดเก็บตัวอย่าง T2) ด้านขวาของเรือจมมัตโพน (จุดเก็บตัวอย่าง T3) และด้านซ้ายของเรือจมมัตโพน (จุดเก็บตัวอย่าง T4) พบอัตราการตกตะกอนมีค่าเป็น 305.83 195.13 512.75 และ 778.43 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าอัตราการตกตะกอนมีค่าสูงสุดที่บริเวณด้านซ้ายของเรือจมมัตโพน

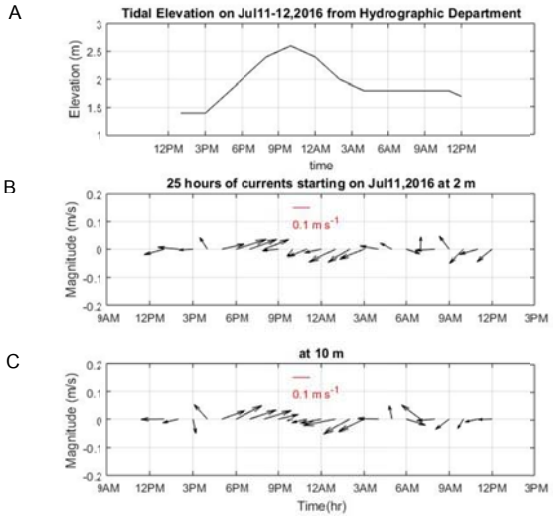


Figure 3 A) Time variation of tidal elevation from Hydrographic Department, Royal Thai Navy at Sattahip Station. **B)** The 25 hourly magnitude and direction of water current data at 2 m depth below the surface measured on July 11-12, 2016 starting from 1 pm **C)** The 25 hourly magnitude and direction of water current data at 10 m depth below the surface measured on July 11-12, 2016 starting from **1** pm

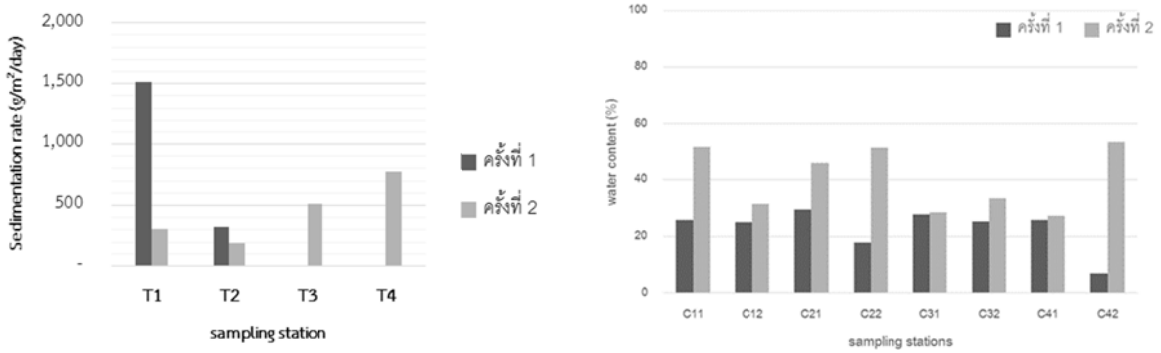


Figure 4 Left) Sedimentation rate at all sampling stations on each side of the study area **Right)** The comparison of percentage of water content in the sediment sample at 0-2 cm from the observation

ในการเก็บข้อมูลในครั้งที่ 2 เป็นช่วงเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ช่วงฤดูฝน) กระแสน้ำจึงพัดพาตะกอนจากทางอ่าวไทยมายังบริเวณพื้นที่ศึกษา จากตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของเกาะล้าน โดยพื้นที่ทางด้านซ้ายของพื้นที่ศึกษาเป็นเสมือนที่ดักดิน

ตะกอนที่ถูกพัดพามาจากอ่าวไทย ดังนั้นจึงส่งผลให้อัตราการตกตะกอนทางด้านซ้ายของเรือจมมัตโพนมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอัตราการตกตะกอนตามเวลาเมื่อเทียบจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 2 ครั้ง พบว่าในอัตราการตกตะกอนในช่วงที่ 2 มีแนวโน้มว่าต่ำกว่าอัตราการตกตะกอนในครั้งที่ 1 (Figure 4)

แต่อย่างไรก็ตามในบริเวณพื้นที่ศึกษามีอัตราการตกตะกอนไม่สูงมากเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น เช่น บริเวณพื้นที่อ่าวบางปูในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2551 ซึ่งเป็นเดือนที่ใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (เดือนกรกฎาคม) ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน มีอัตราการตกตะกอนสูงถึง 10,000 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (แสงเทียนและคณะ, 2552) แต่เนื่องจากบริเวณพื้นที่อ่าวบางปูความลึกน้อยค่อนข้างตื้นน้อยกว่า 5 เมตร จึงอาจเกิดการ resuspension ของตะกอนได้ง่ายขึ้นอีกทั้งยังตั้งอยู่ใกล้กับปากแม่น้ำอีกด้วยจึงส่งผลให้อัตราการตกตะกอนมีค่าสูง

<u>ขนาดอนุภาคดินตะกอน</u>

จากการศึกษาขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งสองครั้ง พบว่า ในการสำรวจครั้งที่ 1 อนุภาคดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาด 125-250 μm (ทรายละเอียด: fine sand) และขนาด 250-500 μm (ทรายขนาดปานกลาง: medium sand) ส่วนในการสำรวจครั้งที่ 2 พบว่า อนุภาคดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาด 125-250 μm (ทรายละเอียด: fine sand) รายละเอียด ดังนี้

ในการสำรวจครั้งที่ 1 เดือนมีนาคม พ.ศ.2559 พบว่าตะกอนที่ระดับ 0-2 เซนติเมตร (Figure 5A) ในเกือบทุกจุดเก็บตัวอย่างตะกอนดินมีขนาด 125-250 μm (ทรายละเอียด: fine sand) ยกเว้นในจุดเก็บตัวอย่างที่ C22 และ C42 ตะกอนดินที่พบส่วนใหญ่ขนาด 250-500 μm (ทรายขนาดปานกลาง: medium sand) และจากผลการศึกษาขนาดของตะกอนดินตามความลึก 0-12 เซนติเมตร (Figure 6) บางจุดเก็บตัวอย่างสามารถเก็บได้ถึงที่ระดับความลึก 0-14 เซนติเมตร พบว่าในทุกจุดเก็บตัวอย่างตะกอนดินมีสัดส่วนหลักจากทรายละเอียดและทรายขนาดปานกลาง ยกเว้นในจุดเก็บตัวอย่างที่บริเวณกาบซ้ายของเรือทั้ง C41 และ C42 นอกจากทรายขนาดปานกลางและทรายละเอียดแล้วยังมีสัดส่วนทรายหยาบ (coarse sand) ซึ่งมีขนาดอนุภาค 500-1000 μm เข้ามาเป็นองค์ประกอบหลักอีกด้วย (Figure 5A)

ในการสำรวจครั้งที่ 2 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 พบว่าตะกอนที่ระดับ 0-2 เซนติเมตร (Figure 5B) สัดส่วนหลักของอนุภาคดินตะกอนมี 2 ขนาดคือ ทรายละเอียด (ขนาด 125-250 μm) และทรายหยาบมาก (ขนาดมากกว่า 1000 μm) ยกเว้นในจุดเก็บตัวอย่าง C42 พบว่าตะกอนดินส่วนใหญ่เป็น ทรายละเอียด ทรายละเอียดมาก (very fine sand: 63-125 μm) และ silt and clay (<63 μm) คิดเป็นร้อยละ 34.45 16.67 และ 29.67 ตามลำดับ และจุดเก็บตัวอย่าง C11และ C21 พบว่ามีตะกอนหยาบมาก (ขนาดมากกว่า 1000 μm) เป็นองค์ประกอบหลัก และจากผลการศึกษาขนาดของตะกอนดินตามความลึก 0-12 เซนติเมตร (Figure 7) บางจุดเก็บตัวอย่างสามารถเก็บได้ถึงที่ระดับความลึก 0-14 เซนติเมตร พบว่าในทุกจุดเก็บตัวอย่างตะกอนดินมีสัดส่วนหลักจากทรายละเอียดและทรายหยาบมาก มีลักษณะดินเป็นทรายหยาบมากในทุกสถานีและทุกระดับความลึกนั้นส่วนใหญ่เศษเป็นเปลือกหอยและเศษปะการัง

จากการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า ทรายละเอียด เป็นดินตะกอนชนิดหลักในบริเวณพื้นที่ศึกษา และในทั้งสองครั้งชนิดดินตะกอนที่พบมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยพบว่าในช่วงการสำรวจครั้งที่ 2 นั้นจะพบชนิดของดินตะกอนที่เป็นสัดส่วนหลักได้แก่ ทรายละเอียด ทรายหยาบมากรวมไปถึงซากปะการัง และโคลนปนทราย

ต่างจากการสำรวจครั้งที่ 1 จะพบชนิดของดินตะกอนที่เป็นสัดส่วนหลักได้แก่ ทรายละเอียด ทรายขนาดปานกลาง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าจุดเก็บตัวอย่างบริเวณด้านซ้ายเรือ C42 มีลักษณะของตะกอนที่แตกต่างจากจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ อย่างชัดเจน อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมที่แตกต่างกันในทั้งสองช่วง ส่งผลต่ออิทธิพลของกระแสน้ำ การพัดพาของตะกอนจากบริเวณอื่น ๆ

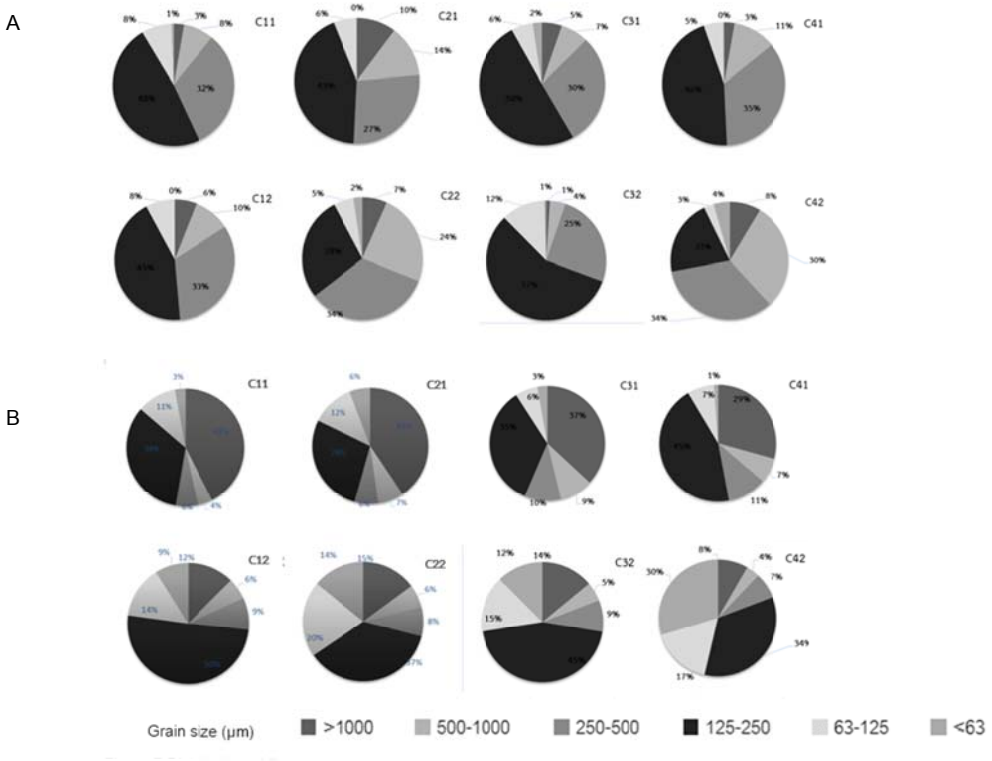


Figure 5 Distribution of Grain Size (%) at 0-2 cm from sampling stations **A)** Dry season **B)** Wet season

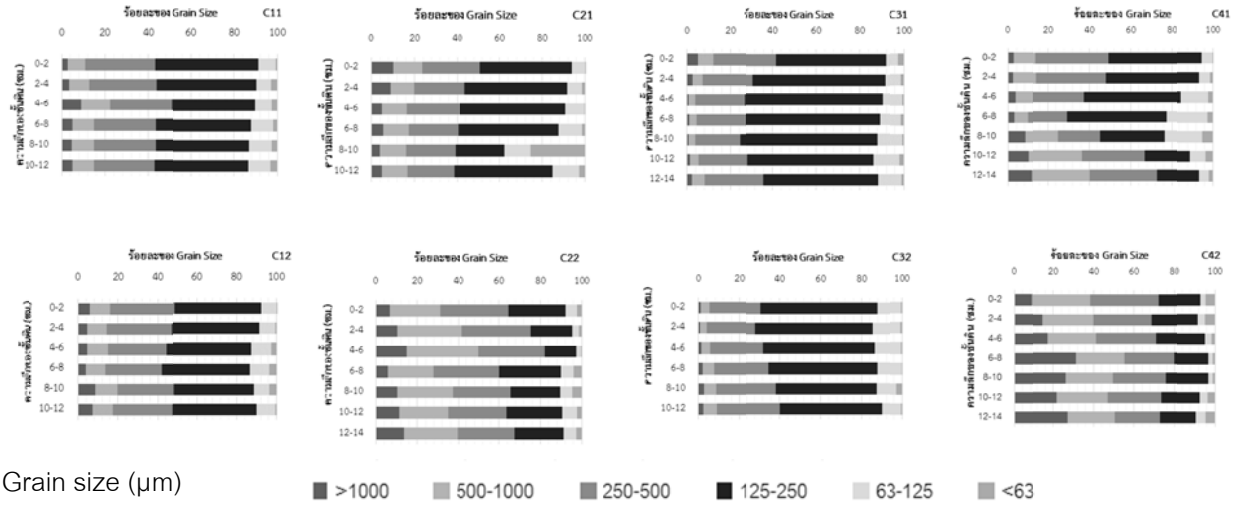


Figure 6 The vertical profile of Grain Size (%) from sampling stations during dry season (March 2016)

<u>ปริมาณน้ำในตะกอนดิน (Water Content: WC)</u>

จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนบริเวณแหล่งท่องเที่ยวดำน้ำปะการังเทียม เรือมัตโพน จังหวัดชลบุรี พบว่าปริมาณน้ำในดินตะกอนในครั้งที่ 2 (เดือนกรกฎาคม) มีค่าสูงกว่าในครั้งที่ 1 (เดือนมีนาคม) ในทุก ๆ จุดเก็บตัวอย่างดังแสดงใน (Figure 4) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำในตะกอนดินที่ระดับความลึก 0-2 เซนติเมตร โดยครั้งที่

1 และครั้งที่ 2 ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6.84±0.92 - 29.37±0.49 และ 27.33±0.73 – 53.56±0.76 ตามลำดับ

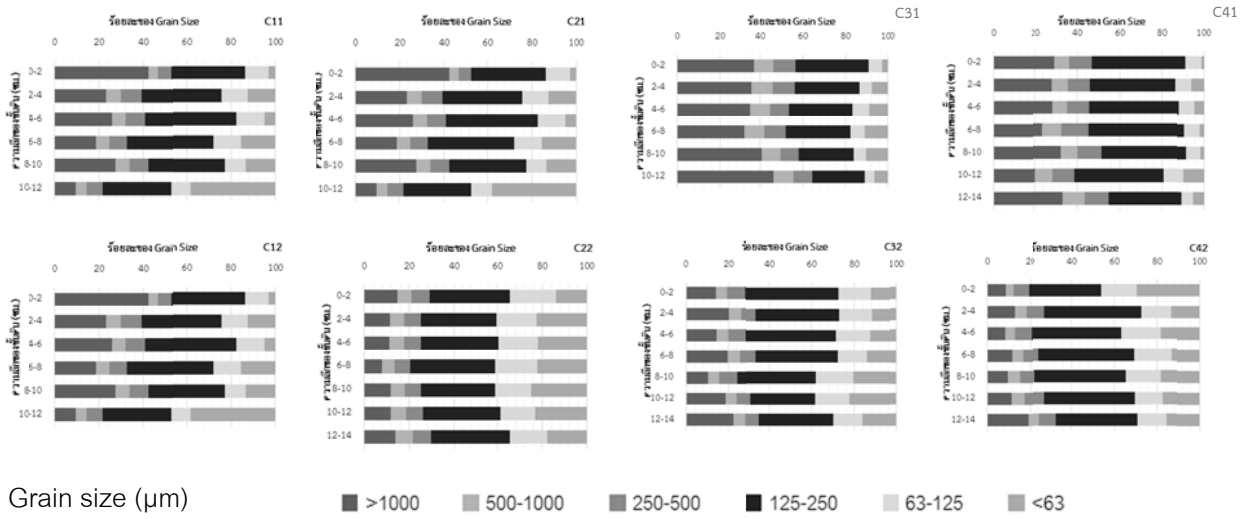


Figure 7 The vertical profile of Grain Size (%) from sampling stations during wet season (July 2016)

เมื่อพิจารณาแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำในดินตะกอนชั้นบนไม่แตกต่างกันมากนักยกเว้นเพียงจุดเก็บตัวอย่างที่ C42 ส่วนปริมาณน้ำในดินตะกอนของจุดเก็บตัวย่างที่ C21 มีค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 29.37±0.49 และจุดเก็บตัวอย่างที่ C42 มีปริมาณน้ำในตะกอนดินต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 6.84±0.92 ส่วนในครั้งที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำในดินตะกอนของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างค่อนข้างแตกต่างอย่างชัดเจน โดยพบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ C42 มีปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงสุดร้อยละ 53.56±2.16 และจุดเก็บตัวอย่างที่ C41 มีปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำสุดร้อยละ 27.33±0.21

จากการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในดินตะกอนพบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2559) มีค่ามากกว่าช่วงเปลี่ยนมรสุม (เดือนมีนาคม พ.ศ.2559) เนื่องจากองค์ประกอบของอนุภาคดินตะกอนแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของดินตะกอนแต่ละชนิดต่างกัน (จารุมาศ, 2548) หากดินตะกอนมีลักษณะเป็นดินโคลน เลนละเอียดหรือดินเหนียว จะมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี หากดินมีลักษณะเป็นดินทรายจะสามารถอุ้มน้ำได้น้อย

สรุป

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพบริเวณแหล่งท่องเที่ยวดำน้ำเรือจมมัตโพนที่ถูกล้อมรอบโดยปะการังเทียมรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งตั้งอยู่บริเวณเกาะล้าน จังหวัดชลบุรี โดยทำการสำรวจครั้งที่ 1 ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม พ.ศ.2559) และครั้งที่ 2 ในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2559) จากการวัดกระแสน้ำในระดับความลึก 2 ระดับไม่แตกต่างต่างกันมากโดยได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงเป็นหลัก ส่วนอัตราการตกตะกอนของดิน ขนาดอนุภาคของดิน และปริมาณน้ำในดิน แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงฤดูมรสุม ซึ่งในเดือนมีนาคมมีแนวโน้มว่าจะมีอัตราการตกตะกอนที่สูงกว่าในเดือนกรกฎาคม ส่วนขนาดอนุภาคของตะกอนดินในเดือนมีนาคมส่วนใหญ่มีความละเอียดมากกว่าเดือนกรกฎคม อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมที่แตกต่างกัน ส่งผลให้อิทธิพลของกระแสน้ำทำให้การเคลื่อนย้ายและการตกตะกอนของอนุภาคดินมีความแตกต่างกัน สำหรับปริมาณน้ำในดินตะกอนช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนกรกฎาคม 2559) มีค่ามากกว่าช่วงเปลี่ยน

มรสุม (เดือนมีนาคม 2559) เพราะสัดส่วนของอนุภาคของดินในบริเวณพื้นที่ศึกษาแตกต่างกันออกไป โดยอนุภาคของดินที่หยาบจะทำให้มีการไหลผ่านของน้ำได้ดีและมีปริมาณสารอินทรีย์เหลืออยู่น้อย มักไม่เหมาะต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ในทางตรงกันข้าม ดินที่มีอนุภาคละเอียด เช่น ดินโคลนซึ่งมีขนาดอนุภาคที่ค่อนข้างอัดแน่นมาก อย่างไรก็ตามเนื่องจากดินประเภทนี้มักมีการไหลเวียนของน้ำต่ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่องว่างระหว่างเม็ดดินต่ำไปด้วย (จารุมาศ, 2548) ดังนั้นช่วงฤดูมรสุมจึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อองค์ประกอบทางกายภาพซึ่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศใต้น้ำทั้งในด้านแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และด้านการท่องเที่ยว และข้อมูลองค์ประกอบทางกายภาพนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการต่อไปในอนาคตได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้ และทีมสำรวจใต้น้ำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง ภาคสนาม และภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ. 2559. **หนังสือมาตราน้ำน่านน้ำไทย พ.ศ.2559**. กรุงเทพฯ.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2542. **กำลังผลิตเบื้องต้นของสัตว์น้ำ**. เอกสารประกอบคำสอนวิชากำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ(252446) ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2548. **ดินตะกอน (Sediment)**. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

แสงเทียน อัจจิมางกูร จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ ศันสนีย์ หวังวรลักษณ์ จันทรา ศรีสมวงศ์ และ อุไรรัตน์ เนตรหาญ 2552. **การประเมินสถานภาพระบบนิเวศบริเวณแหล่งทรัพยากรหอยลาย เขตอำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์**: รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะประมง ภาควิชาการจัดการประมง ศูนย์พัฒนาชายฝั่ง.

Chuan, L.L. and Sugahara, I. 1984. **A Manual on Chemical Analysis of Coastal Water and Bottom Sediment.** Primary Production Department and Marine Fisheries Research Department, SEAFDEC, Singapore. 42 p

Gray, J.A. (1981). **A critique of Eysenck's theory of personality**, In H.J. Eysenck (Ed.) *A model for personality*. New York: Springer. 246–276 pp.

Murdoch, A. and S.D. MacKnight (eds.). 1994. **Handbook of Techniques for Aquatic Sediments Sampling**. 2nd ed. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 256pp.

Sompongchaiyakul, P. 1989. **Analysis of chemical species for trace metals in nearshore sediment by sequential leaching method**. Master Thesis. Chulalongkorn University, 178 p.

การสำรวจชนิดปลาในแม่น้ำปัว จังหวัดน่าน

Exploration on Fish Fauna in Pua River, Nan Province, Northern Thailand

อมรชัย ล้อทองคำ[1*] เชาวลีย์ ใจสุข[1] และ ปกรณ์ สุนทรเมธ[1]

Amornchai Lothongkham[1*], Chaowalee Jaisuk[1] and Pakorn Sunthornmeth[1]

บทคัดย่อ

การสำรวจชนิดปลาในแม่น้ำปัว จังหวัดน่าน มีเป้าหมายเพื่อศึกษาชนิดปลาที่มีการแพร่กระจายในแม่น้ำปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน โดยทำการสำรวจระหว่างเดือนสิงหาคม 2558 ถึงเดือนพฤษภาคม 2559 จากจุดสำรวจ 7 สถานี ๆ ละ 3 ครั้งตามฤดูกาล พบปลาไม่น้อยกว่า 1 ซีรีส์ย่อย 12 อันดับ 24 วงศ์ 49 สกุล 59 ชนิด โดยอันดับที่มีจำนวนชนิดปลามาก ได้แก่ Cypriniformes จำนวน 35 ชนิด (59.3%), Siluriformes จำนวน 7 ชนิด (11.9%), และ Anabantiformes จำนวน 4 ชนิด (6.8%) ตามลำดับ สำหรับวงศ์ที่มีจำนวนชนิดปลามาก คือ Cyprinidae จำนวน 25 ชนิด (42.4%), Nemacheilidae จำนวน 5 ชนิด (8.5%) และ Sisoridae จำนวน 3 ชนิด (5.1%) ตามลำดับ ในจำนวนปลา 59 ชนิดที่สำรวจพบ มีปลาที่แพร่กระจายในทุกสถานี จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ปลาตะพาก ปลาขี้ยอก ปลาน้ำหมึก ปลาค้อแม่น้ำน่าน และ ปลานิล พบปลาประจำถิ่น จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาผีเสื้อติดหินแม่น้ำน่าน ปลาค้อแม่น้ำน่าน และ ปลาค้อหัวดำ และพบปลาต่างถิ่นจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ปลาไน ปลาดุกเทศ ปลากินยุง ปลาหางนกยูง และ ปลานิล

ABSTRACT

Exploration on fish fauna in Pua River, Nan Province, northern Thailand was aimed to studying distribution of fishes in Pua River, the river in Pua District, Nan Province. This exploration was conducted from August 2015 to May 2016 in 7 sampling stations by collected 3 times each station followed the season. There were no less than one subseries, 12 orders, 24 families, 49 genera and 59 species found. The dominant orders were 35 species of Cypriniformes (59.3%), 7 Species of Siluriformes (11.9%) and 4 species of Anabantiformes (6.8%) respectively. The dominant families were 25 species of Cyprinidae (42.4%), 5 species of Nemacheilidae (8.5%) and 3 species of Sisoridae (5.1%) respectively. Five species, *Hypsibarbus vernayi, Mystacoleucus obtusirostris*, *Opsarius koratensis*, *Mastacembelus armatus*, *Schistura menanensis* and *Oreochromis niloticus* were found in all sampling stations. Three species, *Hemimyzon nanensis*, *Schistura menanensis* and *Sectoria atriceps* were an endemic species to the river. Five alien species, *Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus*, *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata* and *Oreochromis niloticus* were found.

Key Words: Fish, Pua River, Upper Nan River basin, Nan Province

*Corresponding author; e-mail address: amornchai@rmutl.ac.th

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน 55000

[1]Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Nan, 55000

คำนำ

แม่น้ำปัว เป็นแม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน โดยมีต้นน้ำจากเทือกเขาสูงทางด้านทิศตะวันออกของอำเภอปัว แล้วไหลลงสู่แม่น้ำน่านด้านตะวันตกที่บ้านสบปัว ตำบลเจดีย์ชัย อำเภอปัว จังหวัดน่าน (สุภาพ, 2543) แม่น้ำปัวมีความสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่อำเภอปัว ทั้งทางการเกษตร การปศุสัตว์ การประมง ตลอดจนเพื่อการอุปโภคและบริโภค แต่ปัจจุบันสภาพทางธรรมชาติของแม่น้ำปัวมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับอดีตที่ผ่านมา เนื่องมาจากการคุกคามของคนในพื้นที่อย่างต่อเนื่องและยาวนาน โดยเฉพาะการบุกรุกถางป่าต้นน้ำเพื่อใช้เป็นพื้นที่ทำการเกษตรกรรม เช่น ปลูกข้าวโพด ปลูกข้าวไร่ และปลูกยางพารา เป็นต้น มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้กำจัดวัชพืชและแมลงในกระบวนการเพาะปลูกพืช มีการทิ้งน้ำเสีย สิ่งปฏิกูลและขยะลงในแหล่งน้ำ ตลอดจนการขุดลอกแม่น้ำ ตลอดจนการขุดทรายและหินเพื่อการค้า จากปัจจัยและปัญหาเหล่านี้ได้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์น้ำประเภท “ปลา” ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของคนในชุมชนและอยู่ในวิถีการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่มานาน ต้องได้รับผลกระทบโดยตรงทั้งต่อความหลากหลายชนิด แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจายของปลาในแม่น้ำปัว นอกจากนี้แล้วพื้นที่ในจังหวัดน่านยังจัดเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและอยู่ในสภาวะที่ถูกคุกคามสูงเช่นกัน (Kottelat & Whiten, 1996) แต่ยังพบว่าการศึกษาวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในแม่น้ำปัวนั้นยังมีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจังน้อยมาก ซึ่งมีรายงานการสำรวจปลาเบื้องต้นในแม่น้ำปัว พบปลา 21 ชนิดจากการสำรวจเพียง 2 สถานีเท่านั้น (อมรชัย, 2551) นั่นหากมีการสำรวจชนิดปลาตลอดแม่น้ำปัวน่าจะทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้นและมีข้อมูลที่สำคัญที่จะนำไปสู่การต่อยอดในเรื่องที่เกี่ยวข้องในอนาคต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่สำคัญของจังหวัดน่าน ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาและสำรวจชนิดปลา การแพร่กระจายของปลาของแม่น้ำปัวไว้ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถนำใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญให้กับชุมชนและท้องถิ่นนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการ การอนุรักษ์แม่น้ำและทรัพยากรปลาเพื่อให้แม่น้ำและชนิดปลายังคงอยู่

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ทำการศึกษาบริบทของแม่น้ำปัว และศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ของคนในชุมชนที่ตั้งถิ่นอาศัยตลอดแนวฝั่งของแม่น้ำที่มีผลต่อปลาด้วยวิธีสอบถาม เพื่อนำไปสู่การกำหนดสถานีสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา จากข้อมูลที่ได้สามารถนำกำหนดสถานีเพื่อทำการสำรวจทั้งหมด 7 สถานี (Figure 1) ซึ่งแต่ละสถานีนั้นมีระยะห่างใกล้เคียงกันและส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่มีการอนุรักษ์ปลาของแต่ละชุมชน

2. ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาแต่ละสถานี ๆ 3 ครั้ง ตามฤดูกาล โดยระยะเวลาในการสำรวจและรวบรวมตัวอย่างฤดูกาลละ 4 วัน และใช้เวลาในการรวบรวมตัวอย่างปลาประมาณ 3 ชั่วโมงต่อสถานี โดยใช้แห สวิง และตาข่ายดักปลา ทำการสำรวจและรวบรวมตัวอย่างปลาระหว่างเดือนสิงหาคม 2558 ถึงเดือนพฤษภาคม 2559 โดยชนิดปลาที่รวบรวมได้ในแต่ละสถานีจะนำมาสลบด้วยน้ำแข็ง ทำการเลือกตัวแทนปลาที่มีลักษณะแตกต่างกันมาชนิดละ 1 ตัวอย่างทำการตึงครีบด้วยฟอร์มาลีนเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นประมาณ 10-15 นาทีจึงนำมาถ่ายภาพ แล้วนำตัวอย่างปลาทั้งหมดในแต่ละสถานีมาตรึงสภาพในน้ำยาฟอร์มา

ลึนเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ พร้อมเขียนป้ายกำกับตัวอย่างปลาในแต่ละสถานีไว้ และทำการจดบันทึกข้อมูลทางธรรมชาติและสภาพแวดล้อมของแต่ละสถานีไว้เพื่อใช้ประกอบในการบรรยายในส่วนที่เกี่ยวข้อง และเมื่อทำการตรึงสภาพตัวอย่างปลาครบ 14 วัน จึงนำมาเก็บรักษาสภาพตัวอย่างปลา โดยการล้างตัวอย่างปลาด้วยน้ำจืด ซึ่งจะเปิดให้น้ำไหลผ่านตลอดเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จึงนำตัวอย่างปลาเก็บรักษาสภาพในแอลกอฮอล์ เข้มข้น 75% แล้วทำการแยกชนิดปลาโดยใช้เอกสารวิชาการต่าง ๆ ทางด้านอนุกรมวิธานของปลาน้ำจืดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทำการถ่ายภาพชนิดปลาที่ยังไม่ได้ถ่ายภาพในภาคสนาม แล้วจัดทำเป็นบัญชีรายชื่อชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมดตาม Nelson *et al*. (2016) และเก็บรักษาตัวอย่างปลาทั้งหมดไว้ที่ห้องปฏิบัติการมีนวิทยา สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช-มงคลล้านนา น่าน

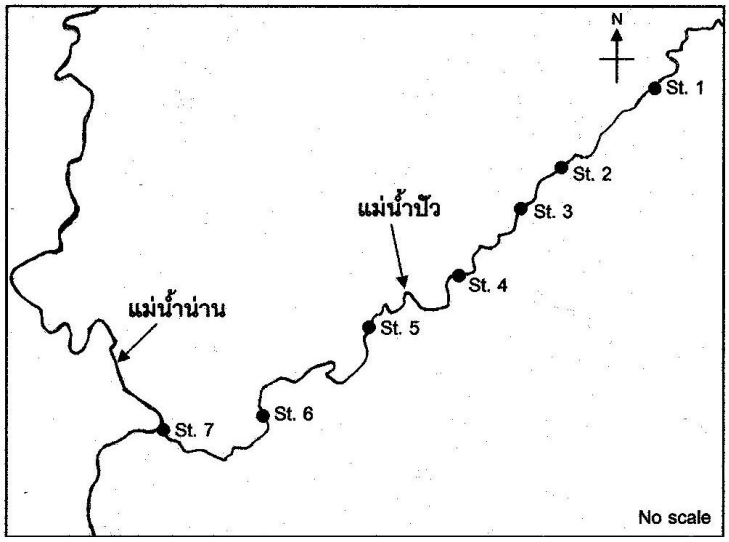


Figure 1 Sampling stations for collect fishes in Pua River

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อทำการสำรวจความหลากชนิดปลาในแม่น้ำปัว จังหวัดน่าน โดยทำการรวบรวมตัวอย่างปลาทั้งหมด 7 สถานี ๆ ละ 3 ครั้งตามฤดูกาล พบปลาไม่น้อยกว่า 1 ซีรีส์ย่อย 12 อันดับ 24 วงศ์ 49 สกุล และ 59 ชนิด (Table 1) โดยอันดับที่มีจำนวนชนิดปลามากที่สุด คือ Cypriniformes จำนวน 35 ชนิด (59.3%) ซึ่งข้อมูลที่ได้สอดคล้องกับ Nelson *et al*. (2016) ได้กล่าวว่าปลาในอันดับ Cypriniformes นั้นมีความหลากหลายมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อันดับที่มีจำนวนชนิดปลารองลงมา ได้แก่ Siluriformes จำนวน 7 ชนิด (11.9%) และ Anabantiformes จำนวน 4 ชนิด (6.8%) ตามลำดับ ซึ่งปลาในอันดับ Siluriformes นั้นจัดเป็นอันดับของปลาที่มีการแพร่กระจายในทุกทวีปและส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในน้ำจืด (Talwer & Jhingran, 1991) ส่วนปลาในอันดับ Anabantiformes นั้น Nelson *et al*. (2016) ได้แยกออกมาจากปลาอันดับ Percifromes และรวมเอา อันดับย่อย Channoidei ที่แยกไว้ใน Nelson (2006) เข้ามาอยู่ในอันดับนี้ด้วย และปลาในอันดับนี้มีการแพร่กระจายกว้างตั้งแต่อาฟริกาจนถึงเอเชีย (Nelson *et al*., 2016) สำหรับวงศ์ที่มีจำนวนชนิดปลามากที่สุด คือ Cyprinidae (วงศ์ปลาตะเพียน) จำนวน 25 ชนิด (42.4%) ซึ่งปลาในวงศ์นี้มีความโดดเด่นและมีชนิดมากที่สุดของปลาที่อาศัยในน้ำจืด (Helfman *et al*., 2009; Nelson *et al*., 2016)

Table 1 Checklist of fishes found from each sampling station in Pua River

Order/Family/Scientific name	Seasonal			Station (no. of stations)
	R	W	S	
Order Osteoglossiformes				
Family Notopteridae				
1. *Notopterus notopterus* (Pallas, 1769)	✓	✓	✓	4, 5, 7 (3)
Order Clupeiformes				
Family Clupeidae				
2. *Clupeichthys goniognathus* Bleeker, 1855	✓			7 (1)
Order Cypriniformes				
Family Cyprinidae				
3. *Barbodes rhombeus* (Bleeker, 1853)			✓	3 (1)
4. *Crossocheilus reticulatus* (Fowler, 1934)	✓	✓	✓	1, 2, 3 (3)
5. *Cyclocheilichthys armatus* (Valenciennes, 1842)	✓	✓	✓	2, 3, 4, 5, 6, 7 (6)
6. *Cyprinus rubrofuscus* La Cepède, 1803			✓	1 (1)
7. *Discherodontus halei* (Duncker, 1904)	✓			7 (1)
8. *Esomus metallicus* Ahl, 1924	✓	✓		1, 2, 3, 4, 5, 7 (6)
9. *Garra cambodgiensis* (Tirant, 1884)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6 (6)
10. *Garra fuliginosa* Fowler, 1934	✓			1, 2, 5 (3)
11. *Hampala macrolepidota* Kuhl & van Hasselt, 1823	✓	✓	✓	3, 4, 5, 6 (4)
12. *Hypsibarbus vernayi* (Norman, 1925)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7(7)
13. *Lobocheilos rhabdoura* (Fowler, 1934)	✓	✓	✓	2, 4, 5, 6 (4)
14. *Mystacoleucus chilopterus* Fowler, 1935		✓	✓	7 (1)
15. *Mystacoleucus obtusirostris* (Valenciennes, 1842)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (7)
16. *Opsarius koratensis* (Smith, 1931)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (7)
17. *Opsarius pulchellus* (Smith 1931)			✓	1 (1)
18. *Pethia stoliczkana* (Day, 1871)		✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 7 (6)
19. *Poropuntius angustus* Kottelat, 2001	✓	✓	✓	1, 2 (2)
20. *Poropuntius laoensis* (Günther, 1868)			✓	2, 3, 5 (3)
21. *Puntioplites proctozystron* (Bleeker, 1865)	✓			5 (3)
22. *Raiamas guttatus* (Day, 1870)	✓	✓	✓	2, 3, 4, 5, 6, 7 (6)
23. *Rasbora borapetensis* Smith, 1934	✓			1 (1)
24. *Rasbora paviana* (Tirant, 1885)			✓	3 (1)
25. *Scaphiodonichthys acanthopterus* (Fowler, 1934)		✓	✓	4 (1)
26. *Systomus orphoides* (Valenciennes, 1842)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 5, 7 (5)
27. *Tor tambroides* (Bleeker, 1854)			✓	5, 6 (2)
Family Gyrinocheilidae				
28. *Gyrinocheilus aymonieri* (Tirant, 1884)	✓	✓		2 (1)
Family Cobitidae				
29. *Acantopsis* " Small spot"		✓	✓	5, 6, 7 (3)
30. *Aperioptus delphax* (Siebert, 1991)			✓	7 (1)
Family Balitoridae				
31. *Hemimyzon nanensis* Doi & Kottelat, 1998		✓	✓	3, 4, 6 (3)
32. *Homalopteroides smithi* (Hora, 1932)		✓		3 (1)
Family Nemacheilidae				
33. *Nemacheilus binotatus* Smith, 1933			✓	4, 5 (2)
34. *Nemacheilus pallidus* Kottelat, 1990			✓	3 (1)

Table 1 (continued)

Order/Family/Scientific name	Seasonal			Station (no. of stations)
	R	W	S	
35. *Schistura desmotes* (Fowler, 1934)		✓		6 (1)
36. *Schistura menanensis* (Smith, 1945)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (7)
37. *Sectoria atriceps* (Smith, 1945)		✓	✓	1, 2, 5, 7 (4)
Order Siluriformes				
Family Bagridae				
38. *Hemibagrus nemurus* (Valenciennes, 1840)	✓	✓	✓	2, 3, 7 (3)
39. *Pseudomystus siamensis* (Regan, 1913)	✓			5 (1)
Family Akysidae				
40. *Pseudobagarius leucorhynchus* (Fowler, 1934)			✓	7 (1)
Family Sisoridae				
41. *Glyptothorax buchanani* Smith, 1945		✓	✓	3, 4 (2)
42. *Glyptothorax lampris* Fowler, 1934	✓	✓		3, 5, 6 (3)
43. *Glyptothorax laoensis* Fowler, 1934		✓		2 (1)
Family Clariidae				
44. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)			✓	6 (1)
Order Gobiiformes				
Family Gobiidae				
45. *Rhinogobius mekongianus* (Pellegrin & Fang, 1940)			✓	4 (1)
Subseries Ovalentaria				
Family Ambassidae				
46. *Parambassis siamensis* (Fowler, 1937)	✓	✓	✓	4, 5, 7 (3)
Order Cichliformes				
Family Cichlidae				
47. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (7)
Order Beloniformes				
Family Belonidae				
48. *Xenentodon cancila* (Hamilton, 1822)	✓	✓	✓	3, 4, 5, 7 (4)
Order Cyprinodontiformes				
Family Poeciliidae				
49. *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853)		✓	✓	1, 2 (2)
50. *Poecilia reticulata* Peters, 1859	✓			
Order Synbranchiformes				
Family Synbranchidae				
51. *Monopterus javaensis* Lacepède, 1800		✓	✓	6, 7 (2)
Family Mastacembelidae				
52. *Mastacembelus armatus* (La Cepède, 1800)	✓	✓	✓	1, 4, 5, 7 (4)
53. *Mastacembelus favus* Hora, 1924			✓	2 (1)
Order Anabantiformes				
Family Anabantidae				
54. *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)		✓	✓	2, 4, 5 (3)
Family Osphronemidae				
55. *Trichogaster trichopterus* (Pallas, 1770)		✓		4, 5 (2)
Family Channidae				
56. *Channa striata* (Bloch, 1793)	✓	✓	✓	2, 3, 4, 5, 7 (5)

Table 1 (continued)

Order/Family/Scientific name	Seasonal			Station (no. of stations)
	R	W	S	
Family Pristolepididae				
57. *Pristolepis fasciata* (Bleeker, 1851)	✓	✓		3, 5 (2)
Order Pleuronectiformes				
Family Soleidae				
58. *Brachirus harmandi* (Sauvage, 1878)		✓		6 (1)
Order Tetraodontiformes				
Family Tetraodontidae				
59. *Pao cochinchinensis* (Steindachner, 1866)	✓	✓	✓	2, 3, 4, 5, 6, 7 (6)

Notes: R=Rainy season, W=Winter and S=summer

และในด้านการบริโภคนั้น พบว่าคนในชุมชนต่าง ๆ นิยมนำปลาทุกชนิดในวงศ์นี้มาประกอบอาหารมากที่สุด เพราะมีจำนวนมากและมีรสชาติอร่อย เช่น ปลาจาด ปลาเลียหิน ปลาขี้ยอก ปลาแก้มช้ำ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Nelson *et al.* (2016) ที่กล่าวว่าปลาในวงศ์นี้มีความสำคัญมากทั้งทางด้านแหล่งอาหาร สำหรับวงศ์ที่มีจำนวนชนิดปลารองลงมาได้แก่ วงศ์ Nemacheilidae (วงศ์ปลาค้อ) จำนวน 5 ชนิด (8.5%) ซึ่งปลาในวงศ์นี้มีความโดดเด่นมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เมื่อเปรียบเทียบกับปลาในวงศ์เดียวกันที่แพร่กระจายอยู่ในภูมิภาคอื่น ๆ ของโลก และมีจำนวนชนิดมากรองจากปลาในวงศ์ Cyprinidae และปลาในวงศ์นี้ส่วนใหญ่เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในลำธารบนพื้นที่สูง มีกระแสน้ำไหลเชี่ยว และมีคุณภาพน้ำดีมาก จึงจัดให้ปลาในวงศ์นี้เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงสภาพแหล่งน้ำ (indicator species) อีกวงศ์หนึ่ง ซึ่งหากพบปลาในวงศ์นี้ในแหล่งน้ำใดๆ แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพน้ำที่ดี (Kottelat, 1990) และปลาในวงศ์ Sisoridae (วงศ์ปลาแค้) จำนวน 3 ชนิด (5.1%) ซึ่งทั้ง 3 ชนิดที่พบนั้นเป็นปลาแค้ติดหินในสกุล *Glyptothorax* เท่านั้น โดยปลาแค้ติดหินทั้งหมดสามารถรวบรวมได้จากลำน้ำบนพื้นที่สูง น้ำไหลเร็วจนถึงไหลเชี่ยว พื้นท้องน้ำเป็นกรวดและหินขนาดเล็ก (Kottelat, 2001) ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากแหล่งที่อาศัยของปลาแค้ติดหินแล้วปลาในสกุลนี้ก็สามารถจัดเป็นปลาที่บ่งบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำได้เช่นกัน

จากชนิดปลาที่สามารถรวบรวมได้ในแม่น้ำปัวนั้น ส่วนใหญ่รวบรวมได้จากบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำไหลเร็วจนถึงไหลเชี่ยว พื้นท้องน้ำเป็นหินขนาดต่าง ๆ กรวด แผ่นหินและมีสาหร่ายเกาะติด ส่วนบริเวณที่น้ำไหลเอื่อย ๆ นั้นจะพบลูกปลาเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งลักษณะทางกายภาพดังกล่าวเป็นลักษณะของลำธารที่ตั้งอยู่บนพื้นที่สูงหรือบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ (Lothongkham and Musikasinthorn, 2006; Lothongkham *et al*., 2014; Kottelat, 2001) ดังนั้นชนิดปลาส่วนใหญ่ที่พบในปัวจึงจัดว่าเป็นปลาต้นน้ำ แต่อย่างไรก็ตามในการสำรวจปลาครั้งนี้สามารถรวบรวมปลาบางชนิดที่อาศัยอยู่ในสภาพพื้นท้องน้ำที่เป็นดินทราย ดินโคลนปนทราย หรือดินโคลนด้วย เช่น ปลาซิวหนวดยาว ปลาซิวควาย ปลารากกล้วย ปลาไหล ปลาหมอช้างเหยียบ ปลาใบไม้ เป็นต้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวได้สะท้อนให้เห็นว่าพื้นท้องน้ำบางบริเวณของแม่น้ำปัวไม่ได้เป็นไปตามลักษณะของแม่น้ำที่เป็นต้นน้ำทั้งหมด ดังนั้นพอสรุปได้ว่า ถึงแม่น้ำปัวจะเป็นแม่น้ำที่อยู่บนพื้นที่สูงก็ตามแต่กลับมีลักษณะของพื้นท้องน้ำที่เป็นแหล่งอาศัยของปลาในหลายรูปแบบ

เมื่อสำรวจครบทั้ง 3 ครั้ง จากชนิดปลาทั้งหมด 59 ชนิด มีปลา 5 ชนิดที่พบว่ามีการแพร่กระจายได้กว้าง ได้แก่ ปลาปึกแดง (*Hypsibarbus vernayi*) ปลาขี้ยอก (*Mystacoleucus obtusirostris*) ปลาน้ำหมึกโคราช (*Opsarius koratensis*) ปลาค้อแม่น้ำน่าน (*Schistura menanensis*) และ ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) โดยปลาทั้ง 5 ชนิดมีการแพร่กระจายในทุกสถานีที่ทำการสำรวจ ซึ่งปลาทั้ง 5 ชนิดนี้สามารถสำรวจพบทั้ง 7 สถานี โดยปลาปึกแดง ปลาน้ำหมึก และปลาขี้ยอก สามารถรวบรวมได้จากหลาย ๆ แหล่งอาศัย ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำไหลเชี่ยว น้ำไหลแรง และน้ำไหลเอื่อย ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Rainboth (1996) นั่นแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับตัวของปลาทั้ง 3 ชนิด ให้เข้ากับแหล่งอาศัยแบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี และรูปแบบการแพร่กระจายของปลาทั้ง 3 ชนิดนี้สามารถพบได้ในแม่น้ำสาขาอื่น ๆ ของแม่น้ำน่านตอนบนเช่นกัน (อมรชัย และ พรรณพร, 2554; อมรชัย และ คณะ, 2552; อมรชัย และ คณะ, 2556; อมรชัย และ คณะ, 2557; อมรชัย และ คณะ, 2558) ส่วนปลาค้อแม่น้ำน่าน สามารถรวบรวมได้จากบริเวณที่น้ำไหลเร็วจนถึงเชี่ยว มีความใส พื้นท้องน้ำเป็นกรวดและหินขนาดต่าง ๆ และจะมีสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่ และมีสาหร่ายเกาะติดตามก้อนหิน จากข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับ Kottelat (1990) เมื่อพิจารณาจากแหล่งอาศัยของปลาค้อแม่น้ำน่านแล้ว นั่นแสดงให้เห็นว่าปลาชนิดนี้เป็นปลาต้นน้ำอีกชนิดหนึ่งที่พบในแม่น้ำปัว ส่วนปลานิลนั้น เป็นปลาต่างถิ่นชนิดเดียวที่สามารถสำรวจพบทุกสถานีในแม่น้ำปัว นั่นแสดงให้เห็นว่ามีการปล่อยปลาชนิดนี้ลงในแม่น้ำปัวตลอดพื้นที่ที่ทำการสำรวจ หรืออาจจะหลุดออกมาจากบ่อเลี้ยงปลาของชุมชนในฤดูน้ำหลาก และสามารถรวบรวมได้ตั้งแต่ลูกปลาจนถึงปลาขนาดใหญ่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปลาชนิดนี้สามารถแพร่พันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติได้เป็นอย่างดี

ปลาประจำถิ่นที่สำรวจพบมีจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาผีเสื้อติดหินแม่น้ำน่าน (*Hemimyzon nanensis*) จัดอยู่ในวงศ์ Balitoridae ซึ่งปลาชนิดนี้เป็นปลาที่มีการบรรยายลักษณะเป็นครั้งแรกจากลุ่มแม่น้ำน่านในเขตจังหวัดน่าน (Doi and Kottelat, 1998) ส่วนอีก 2 ชนิดที่พบ ได้แก่ ปลาค้อแม่น้ำน่าน (*Schistura menanensis*) และ ปลาค้อหัวดำหรือปลาค้อปากกว้าง (*Sectoria atriceps*) ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Nemacheilidae ซึ่งปลาทั้ง 2 ชนิดนี้ถูกบรรยายลักษณะครั้งแรกโดย Smith (1945) โดยปลาทั้ง 3 ชนิดสามารถรวบรวมตัวอย่างได้จากบริเวณที่มีน้ำไหลเชี่ยว พื้นท้องน้ำเป็นหินขนาดต่าง ๆ และมีสาหร่ายเกาะติด และปลาทั้ง 3 ชนิดนี้ก็สามารถพบได้ในแม่น้ำสาขาสายอื่น ๆ ของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบนด้วยเช่นกัน (อมรชัย, 2551; อมรชัย และ เอกชัย, 2553; อมรชัย และ พรรณพร, 2554; อมรชัย และ คณะ, 2552; อมรชัย และ คณะ, 2556; อมรชัย และ คณะ, 2557; อมรชัย และ คณะ, 2558) และปลาทั้ง 3 ชนิดยังจัดเป็นปลาที่บ่งบอกคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่มันอาศัยอยู่ได้เป็นอย่างดีว่า เป็นแหล่งน้ำที่ดี แต่อย่างไรก็ตามแนวโน้มการพบปลาทั้ง 3 ชนิดนี้มีจำนวนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนปลาแต่ละชนิดที่สำรวจพบในแม่น้ำสาขาสายอื่น ๆ (อมรชัย, 2551; อมรชัย และ เอกชัย, 2553; อมรชัย และ พรรณพร, 2554; อมรชัย และ คณะ, 2552; อมรชัย และ คณะ, 2556; อมรชัย และ คณะ, 2557; อมรชัย และ คณะ, 2558) เหตุปัจจัยหนึ่งที่พบในแม่น้ำปัวแตกต่างไปเมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำสาขาอื่น ๆ ที่เคยมีการสำรวจชนิดปลามาแล้วคือ มีท่าดูดทรายและหินจำนวนมาก และมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณต้นน้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากกิจกรรมดังกล่าวส่งผลต่อระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ ส่งผลให้ปลาเหล่านี้ลดจำนวนลง ซึ่งประเด็นนี้ต้องมีการศึกษาต่อไป

ปลาต่างถิ่นที่สำรวจพบในแม่น้ำปัว พบ 5 ชนิด ได้แก่ ปลาไน (*Cyprinus rubrofuscus*) ปลาดุกเทศ (*Clarias gariepinus*) ปลากินยุง (*Gambusia affinis*) ปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*) และ ปลานิล

(*Oreochromis niloticus*) โดยปลาทั้ง 5 ชนิดนี้เป็นปลาที่นำเข้ามาในประเทศไทยเพื่อการเพาะเลี้ยงทั้งสิ้น (อภิชาติ และคณะ, 2546; Thiemmedh, 1996; Welcomme & Vidthayanon, 2003) และยังเป็นปลาต่างถิ่นที่สามารถแพร่พันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติต่าง ๆ ของประเทศไทยด้วย (อภิชาติ และคณะ, 2546) จากการรายงานปลาต่างถิ่นที่มีการแพร่กระจายในลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน ได้แก่ แม่น้ำน่าน แม่น้ำว้าในเขตอำเภอบ่อเกลือ แม่น้ำแหง แม่น้ำยาว แม่น้ำกอน แม่น้ำสา แม่น้ำว้าตอนล่าง พบปลาต่างถิ่นไม่น้อยกว่า 9 ชนิด ได้แก่ ปลาไน ปลานวลจันทร์เทศ ปลาดุกเทศ ปลากดเกราะ ปลากินยุง ปลาหางนกยูง ปลานิล ปลานิลแดงหรือปลาทับทิม และปลาซะโด (อมรชัย, 2551, 2552; อมรชัย และ เอกชัย (2553); อมรชัย และ พรรณพร, 2554; อมรชัย และคณะ, 2552; อมรชัย และ คณะ, 2556; อมรชัย และ คณะ, 2557; อมรชัย และ คณะ, 2558) ดังนั้นการสำรวจพบปลาต่างถิ่นในแม่น้ำปัวจึงเป็นสร้างฐานข้อมูลการแพร่กระจายของปลาต่างถิ่นในจังหวัดให้กว้างมากขึ้น เมื่อพิจารณาถึงพฤติกรรมของปลาต่างถิ่นทั้ง 5 ชนิดที่พบในแม่น้ำปัวจะเห็นว่าปลาทั้ง 5 ชนิดน่าจะมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายของปลาท้องถิ่นทั้งในด้านชนิดและจำนวนของปลาท้องถิ่น โดยปลาไนนั้นมีพฤติกรรมการกินอาหารแบบไม่เลือก (Welcomme and Vidthayanon, 2003) ปลาดุกเทศหรือปลาดุกยักษ์ เป็นปลาที่มีการกระจายพันธุ์ในอัฟริกา (Kottelat, 2001) ถูกนำเข้ามาในประเทศไทยประมาณ พ.ศ. 2559 เพื่อการเพาะเลี้ยง (อภิชาติ และคณะ, 2546) ซึ่งปลาชนิดนี้เป็นปลาล่าเหยื่อ และปลาชนิดนี้สามารถล่าเหยื่อที่มีขนาด ¼ ของตัวมันเองได้ (Welcomme and Vidthayanon, 2003) และพบว่าสามารถเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาได้ทั้งที่เป็นลูกปลาและตัวเต็มวัยในแม่น้ำน่านได้ด้วย (อมรชัย, 2551) ปลากินยุงและปลาหางนกยูง เป็นปลาต่างถิ่นที่มีขนาดเล็กมีพฤติกรรมการกินอาหารแบบตัวแก่งแย่ง (Competitor) อาหารของปลาพื้นเมือง และในขณะเดียวกันเมื่อสังเกตจากธรรมชาติก็พบว่าลูกปลาและตัวเต็มวัยของปลาทั้งสองชนิดก็เป็นอาหารของปลาพื้นเมืองบางชนิดด้วย (อภิชาติ และ คณะ, 2546) ส่วนปลานิลนั้นจัดเป็นปลาที่กินอาหารไม่เลือก รวมถึงกินปลาขนาดเล็กด้วย ซึ่งกระทบต่อปลาพื้นเมืองอย่างแน่นอนและบางครั้งพบว่าปลาพื้นเมืองบางชนิดสูญหายไปจากบริเวณนั้นไปเลย (Kottelat, 2001; Rainboth, 1996) ดังนั้นเพื่อให้รู้ถึงข้อเท็จจริง ควรมีการศึกษาถึงผลกระทบของปลาต่างถิ่นที่มีต่อปลาพื้นเมืองในแม่น้ำปัวต่อไปเพื่อหาแนวทางการแก้ไขหากปลาต่างถิ่นมีผลกระทบต่อปลาพื้นเมืองจริง

สรุป

การสำรวจความหลากชนิดปลาในแม่น้ำปัว จังหวัดน่าน พบปลาไม่น้อยกว่า 1 ซีรีส์ย่อย 12 อันดับ 24 วงศ์ 49 สกุล 59 ชนิด โดยอันดับที่มีจำนวนชนิดปลามาก ได้แก่ Cypriniformes จำนวน 35 ชนิด, Siluriformes จำนวน 7 ชนิด และ Anabantiformes จำนวน 4 ชนิด ตามลำดับ สำหรับวงศ์ที่มีจำนวนชนิดปลามาก คือ Cyprinidae จำนวน 25 ชนิด, Nemacheilidae จำนวน 5 ชนิด และ Sisoridae จำนวน 3 ชนิด ตามลำดับ โดยพบชนิดปลาที่กระจายกว้างจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ปลาตะพาก ปลาขี้ยอก ปลาน้ำหมึก ปลาค้อแม่น้ำน่าน และปลานิล พบปลาประจำถิ่นจำนวน 3 ชนิด คือ ปลาผีเสื้อติดหินแม่น้ำน่าน ปลาค้อแม่น้ำน่าน และ ปลาค้อปากกว้าง และพบปลาต่างถิ่นจำนวน 5 ชนิด คือ ปลาไน ปลาดุกเทศ ปลากินยุง ปลาหางนกยูง และ ปลานิล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณชุมชนทุกชุมชนที่กรุณาให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา ตลอดจนกรุณาให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานภาคสนาม จนทำให้การทำงานในภาคสนามเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

สุภาพ สิริบรรสพ. 2543. **การจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยชุมชนบ้านหาดผาขน จังหวัดน่าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อภิชาติ เติมวิชชากร ชวลิต วิทยานนท์ ยู่อี้ เกตเพชร ประเทศ ซอรักษ์ และ ประเสริฐ พานิชกุล. 2546. **สัตว์น้ำต่างถิ่นในประเทศไทย**. กรมประมง, กรุงเทพ.

อมรชัย ล้อทองคำ. 2551. **ความหลากชนิดของปลาในลุ่มแม่น้ำน่าน (ระบบแม่น้ำเจ้าพระยา) ในเขตจังหวัดน่าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อมรชัย ล้อทองคำ และ เอกชัย ดวงใจ. 2553. ความหลากชนิดปลาของปลาในลุ่มน้ำว้า (แม่น้ำสาขาของแม่น้ำน่านตอนบน) ในเขตอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน. น. 415-426. ***ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อมรชัย ล้อทองคำ และ พรรณพร กุลมา. 2554. ความหลากชนิดของปลาในแม่น้ำยาว (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน. น.454-462. ***ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อมรชัย ล้อทองคำ, เจียมจิตร ช่างสาร และ เอกพงษ์ ไชยช่อฟ้า. 2552. การสำรวจความหลากชนิด ของปลาในลุ่มแม่น้ำแหง แม่น้ำสาขาของแม่น้ำน่านตอนบน. น. 517-524. ***ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อมรชัย ล้อทองคำ, เชาวลีย์ ใจสุข และ เจนจิรา บุญธิมา. 2556. ความหลากชนิดของปลาในแม่น้ำ กอน (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน. น. 94-101. ***ใน* รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 6**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี.

อมรชัย ล้อทองคำ, เชาวลีย์ ใจสุข และ ปกรณ์ สุนทรเมธ. 2557. ความหลากชนิดปลาในแม่น้ำสา (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน น. 384. ***ใน* รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, พระนครศรีอยุธยา.

อมรชัย ล้อทองคำ, เชาวลีย์ ใจสุข และปกรณ์ สุนทรเมธ. 2558. การสำรวจพรรณปลาในแม่น้ำว้าตอนล่าง จังหวัดน่าน. น. 12. ***ใน* รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 7**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา.

Doi, A. & M. Kottelat. 1998. *Hemimyzon nanensis*, a new balitorid fish from the Chao Phraya basin, Thailand. **Ichthyol. Res.** 45 (1): 7-11.

Helfman, G. S., B. B. Collette, D. E. Facey, and B. W. Bowen. 2009. **The diversity of fishes**. 2nd ed. Wiley-Blackwell, Oxford.

Kottelat, M. 1990. Indochinese Nemacheilines. **A Revision of Nemacheiline Loaches (Pisces: Cypriniformes) of Thailand, Burma, Laos, Cambodia and southern Viet Nam**. Pfeil, Munchen.

Kottelat, M. 2001. **Fishes of Laos**. Gunaratne Offset Ltd., Colombo.

Kottelat, M. and T. Whitten. 1996. **Freshwater Biodiversity in Asia with Special Reference to Fish**. The world Bank Technical Paper No. 343.

Lothongkham, A. and Musikasintorn, P. 2006. First record of the cyprinid fish, *Onychostoma gerlachi* (Cypriniformes: Cyprinidae), from the Nan river basin of the Chao phraya river system, northern Thailand. **Nat. Hist. Bull. Siam Soc**. 53 (2): 237-243.

Lothongkham, A., S. Arbsuwan and P. Musikasinthorn. 2014. *Garra waensis*, a new cyprinid fish (Actinopterygii: Cypriniformes) from the Nan River basin of the Chao Phraya River system, northern Thailand. **Zootaxa**, 3790 (4): 543-554.

Nelson, J. S. 2006. **Fishes of the World**. 4th ed. John Wiley & Sons, New Jersey.

Nelson, J. S., T. C. Grande and M. V. H. Wilson. 2016. **Fishes of the World**. 5th ed. John Wiley & Sons, New Jersey.

Rainboth, W.J. 1996. **Fishes of Cambodian Mekong**. FAO Species Identification Field Guide for Fisheries Purpose. Mekong River Commission, FAO and DANIDA, Rome.

Smith, H.M. 1945. The Freshwater Fishes of Siam, or Thailand. **Bull. U.S. Nat. Mus**. 188. Xi+622 pp., 9 pls.

Talwer, P.k. & A.G. Jhingran. 1991. **Inland Fishes of India and Adjacent Countries Vol. 2**. Oxford & IBH Publishing Co., New delhi.

Thiemmedh, J. 1966. The introduction into Thailand of foreign species of fishes. **The Kasetsart Jour**. 6 (2): 75-93.

Welcomme, R.L. and Vidthayanon, C. 2003. **The impacts of Introductions and Stocking of Exotic Species in the Mekong Basin and Policies for Their Control**. MRC Technical paper No. 9. Mekong River commission, Phnom Penh.

สารต้านออกซิเดชันที่พบในผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองของไทย

Antioxidant in Thai Fermented Fishery Products

พรชัย เอียดเอื้อ[1] ณัฐพล สว่างโรจน์[1] วิทวัส จำปา[1] และ จีรภา หินซุย[1*]

Pornchai Aed-Uea[1], Nuttapol Sawangroj[1], Wittawat Jampa[1] and Jirapa Hinsui[1*]

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองเป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นที่ได้รับความนิยมและบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ทั้งยังเป็นแหล่งโปรตีนในรูปแบบของเปปไทด์และกรดอะมิโนที่ให้รสชาติเฉพาะ จึงใช้ในการปรุงแต่งรสชาติอาหาร การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองของไทย โดยเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำปลา น้ำบูดู ปลาร้า กะปิ และปลาส้ม ที่มีฉลากระบุชื่อผู้ผลิต ส่วนผสม และวันที่ผลิต จากตลาดและห้างสรรพสินค้าในกรุงเทพฯและปริมณฑล รวมทั้งหมด 20 ตัวอย่าง มาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนละลายน้ำ และฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ได้แก่ DPPH , ABTS และ FRAP พบว่าผลิตภัณฑ์นี้มีปริมาณโปรตีนละลายน้ำอยู่ระหว่าง 10.82±0.40 ถึง 29.71±2.47(mg/ml) ผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองทุกชนิด ได้แก่ น้ำปลา น้ำบูดู ปลาร้า กะปิ และปลาส้ม มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน DPPH และ ABTS แต่มีเพียงบางชนิดที่มี FRAP ดังนั้นผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่อุดมไปด้วยโปรตีนและมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

ABSTRACT

Thai fermented fishery products are local products, which are popular and consumed nationwide. They are source of protein, peptide and amino acid, yielding the typical flavor for food seasoning. The objective of this research was to analyze antioxidant properties of Thai fermented fishery products. Twenty samples of Thai traditional fermented fishery products including Fish sauce, Budu, Plara, Kapi and Plasom, were collected from market and supermarket in Bangkok and Metropolitan region. Soluble protein content and antioxidant properties were analyzed. All of sample showed DPPH and ABTS radical scavenging activities, but Fish sauce, Budu1, Kapi 2 and Kapi3 had FRAP. Therefore Thai fermented fishery products rich in protein exhibited antioxidant properties.

Key Words: fermented food, Thai traditional food, fishery products, antioxidant, DPPH, ABTS, FRAP

* Corresponding Author: e-mail address: jirapa_h@hotmail.com

[1] ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองเป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นที่ได้รับความนิยมและบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเนื้อปลา/ กุ้งโดยเอนไซม์หรือจุลินทรีย์ จนได้เปปไทด์ และกรดอะมิโน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรสเฉพาะ แต่เดิมการทำผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองเพื่อเป็นการเก็บถนอมอาหารเพื่อเก็บไว้บริโภคนอกฤดูกาล มีการถ่ายทอดความรู้จนทำให้เป็นส่วนหนึ่งในวัฒนธรรมของแต่ละชนชาติ ผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองในประเทศไทยมีหลายชนิด แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยม มีการผลิตระดับอุตสาหกรรม ทั้งขนาดเล็กและขนาดกลาง ได้แก่ น้ำปลา กะปิ ปลาร้า น้ำบูดู และปลาส้ม นอกจากจะใช้ในการปรุงแต่งรสชาติอาหารแล้ว ผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองเหล่านี้ยังเป็นแหล่งโปรตีนในรูปแบบของเปปไทด์และกรดอะมิโนที่จะเสริมสร้างให้ร่างกายแข็งแรง อีกทั้งยังมีการพบว่าเปปไทด์มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ (Elias *et al.*, 2008) ผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองของไทยหลายชนิดเป็นผลิตภัณฑ์กลุ่มโปรตีนไฮโดรไลเซทที่มีเปปไทด์ และกรดอะมิโน หากมีความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระได้ จะเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ประมงของไทย การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองของไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองพื้นบ้านของไทย 5 ชนิด ได้แก่ น้ำปลา กะปิ น้ำปลาร้า น้ำบูดู และปลาส้ม ที่มีฉลากระบุชื่อผู้ผลิต ส่วนผสม และวันที่ผลิต จากตลาดและห้างสรรพสินค้าในกรุงเทพฯและปริมณฑล

สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ Bovine serum albumin (BSA) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) โซเดียมซิเตรต (Sodium citrate) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($Na H_2 PO_4$) ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4) ไตรคลอโรอะซิติกแอซิด (TCA) Folin-Ciocaltey's phenol reagent คอปเปอร์ซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($CuSO_4.5 H_2O$) โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2 S_2O_8$) โพแทสเซียมเฟอริกไซยาไนด์ ($C_6N_6FeK_3$) และเฟอริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) เป็นสารเคมี Analytical grade จากบริษัท Merck (Germany) และ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)) เป็นสารเคมี Analytical grade จากบริษัท Sigma (USA)

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของแข็ง ได้แก่ กะปิ และปลาส้ม ตัวอย่างละ 5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Vortex Genie-2 (Scientific Industries, USA) จากนั้นนำไปเหวี่ยงแยกตะกอนด้วยความเร็ว 6,000 xg เป็นเวลา 15 นาที ด้วยเครื่องเหวี่ยงแยกตะกอนอุณหภูมิต่ำ (ยี่ห้อ Hettichรุ่น Universal 32, Germany) จากนั้นนำส่วนใสที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลว ได้แก่ น้ำปลา น้ำปลาร้า และน้ำบูดู ตัวอย่างละ 30 มิลลิลิตร นำไปเหวี่ยงแยกตะกอนด้วยความเร็ว 6,000 xg เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำส่วนใสที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

นำสารละลายตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนละลายน้ำ (Lowry *et al*., 1951; Peterson, 1977) โดย ใช้ Bovine serum albumin (BSA) เป็นสารละลายโปรตีนมาตรฐาน และวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ DPPH และ ABTS และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริก อิออน FRAP โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างในชุดควบคุม และใช้ Ascobic acid ความเข้มข้น 10 mM เป็น positive control

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (Yu *et al*., 2014) โดยการนำสารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ผสมกับ DPPH ความเข้มข้น 0.06 มิลลิโมลาร์ ที่ละลายในเอทานอล 2.9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและบ่มในที่มืด อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นจึงนำไปเหวี่ยงแยกตะกอนที่ 6,000 xg เป็นเวลา 15 นาที จึงนำส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณโดยใช้สูตร

DPPH radical scavenging activity (%) = $(A_c-A_s) \times 100/A_c$

โดยที่ A_cคือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

A_sคือ ค่าการดูดกลืน แสงของชุดตัวอย่าง

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS (Binsan *et al*., 2008) โดยเตรียมสารละลายผสม ABTS ซึ่งประกอบด้วย ABTS ความเข้มข้น 14.8 มิลลิโมลาร์ และโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตความเข้มข้น 5.2 มิลลิโมลาร์ ที่ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 แล้วจึงบ่มสารผสมในที่มืด 12 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำมาผสมกับเมทานอลในอัตราส่วน 1:50 แล้วจึงนำสารผสมนี้ 1.9 มิลลิลิตรมาผสมกับสารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร แล้วจึงบ่มในที่มืดเป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วจึงวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณโดยใช้สูตร

ABTS radical scavenging activity (%) = $(A_c-A_s) \times 100/A_c$

โดยที่ A_cคือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดตัวอย่าง

วิเคราะห์ความสามารถในการการีดิวซ์เฟอริก อิออน FRAP (Wu *et al*., 2003) โดยการนำตัวอย่าง 2 มิลลิลิตรผสมกับโพแทสเซียมเฟอริกไซยาไนด์เข้มข้นร้อยละ1 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ที่ละลายอยู่ในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ pH 6.6 นำไปบ่มที่ 50 องศาเซลเซียส เมื่อครบเวลา 20 นาที จึงเติมไตรคลอโรอะซิติกแอซิดเข้มข้นร้อยละ10 ลงไป 2 มิลลิลิตรเพื่อหยุดปฏิกริยา จากนั้นนำไปเหวี่ยงแยกตะกอนที่ 1,500 × g เป็นเวลา 10 นาที จึงนำส่วนใส 2 มิลลิลิตรผสมกับน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร และเฟอริกคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จึงวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 700 nm

Ferric ion reducing power (%) = $(A_c-A_s) \times 100/A_c$

โดยที่ A_cคือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดตัวอย่าง

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance ; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองพื้นบ้านของไทย

ปริมาณปลา/กุ้ง (ร้อยละ) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตตามที่ระบุไว้ในฉลากส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ และปริมาณโปรตีนละลายน้ำ (mg/ml) ของผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองพื้นบ้านไทยทั้ง 20 ตัวอย่างนั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 9.92 - 29.71 mg/ml โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่าโปรตีนสูงที่สุด คือ Plara 5 (29.71±2.47 mg/ml) รองลงมาเป็น Budu 3 (28.60±0.74 mg/ml) และผลิตภัณฑ์ที่มีค่าปริมาณโปรตีนต่ำที่สุดคือ Fish sauce 4 (9.92±0.63 mg/ml) ดัง Table 1

Table 1 Percentage of fish / shrimp mince and soluble protein in Thai fermented fishery products

Sample	Percentage of fish / shrimp mince	Soluble protein (mg/ml)
Budu 1	60	15.76±0.34^{ef}
Budu 2	65	16.49±1.21^{e}
Budu 3	70	28.60±0.74^{a}
Plara 1	80	20.96±0.63^{c}
Plara 2	35	14.54±1.98^{fg}
Plara 3	50	18.90±0.40^{d}
Plara 4	70	17.00±2.06^{e}
Plara 5	70	29.71±2.47^{a}
Kapi 1	94	22.01±0.20^{c}
Kapi 2	80	24.82±1.35^{b}
Kapi 3	90	20.45±1.39^{cd}
Plasom 1	>95	10.97±0.33^{hi}
Plasom 2	>95	10.82±0.40^{i}
Plasom 3	>95	11.02±0.12^{hi}
Plasom 4	>95	12.58±0.91^{h}

* Values presented as means ± SD from triplicate determinations

Different letters in the same column indicate the significant difference ($p < 0.05$)

โดยพบว่าปริมาณโปรตีนละลายน้ำที่พบในผลิตภัณฑ์ประมงมีความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อปลาหรือกุ้ง ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต ปริมาณโปรตีนละลายน้ำนี้ได้จากการเปลี่ยนสภาพของเนื้อปลาหรือกุ้ง โดยเอนไซม์และแบคทีเรียในอาหารหมักดอง (นันทิภา และจีรวรรณ, 2558)

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองของไทย

ผลิตภัณฑ์น้ำปลาทั้ง 5 ตัวอย่างเป็นน้ำปลาที่ผลิตจากปลากะตัก มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS และความสามารถในการการีดิวซ์เฟอริก อิออน FRAP สูง โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าระหว่าง 79.11-1334.80 % ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าระหว่าง 4,960-9,725 % และความสามารถในการการีดิวซ์

เฟอริก อิออน FRAP 352-2,979.78% (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับการพบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่สูงกว่า 80% ในน้ำปลาที่หมักจากเศษปลากระตัก (Yu *et al*., 2014)

ผลิตภัณฑ์น้ำบูดูทั้ง 3 ตัวอย่างมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าระหว่าง 38.99 - 81.43 % และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าระหว่าง 91.54 - 91.87 % ส่วนน้ำบูดู 1 เท่านั้นที่มีความสามารถในการการรีดิวซ์เฟอริก อิออน FRAP 56.04 % (Table 2) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำบูดูมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนละลายน้ำในน้ำบูดู โดยที่ Budu 3 มีปริมาณโปรตีนละลายน้ำและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่า Budu 1 และ 2

Table 2 Soluble protein content and oxidation properties of DPPH, ABTS and FRAP in Thai fermented fishery products

Sample	DPPH (% scavenging radical)	ABTS (% scavenging radical)	FRAP (% reducing power)
Fish sauce 1	183.94±1.69^{b}	6943.75±1.38^{b}	352.70±2.33^{b}
Fish sauce 2	246.55±1.87^{b}	6355.56±1.27^{b}	547.37±1.64^{b}
Fish sauce 3	289.80±3.71^{b}	6472.22±2.59^{b}	2647.73±4.23^{a}
Fish sauce 4	79.11±0.47^{c}	4960.00±0.99^{c}	263.83±1.05^{b}
Fish sauce 5	1334.80±1.60^{a}	9725.00±3.89^{a}	2979.78±3.55^{a}
Budu 1	38.99±2.49^{c}	91.54±0.64^{d}	56.04±1.70^{c}
Budu 2	25.34±0.95^{c}	91.94±0.44^{d}	nd*
Budu 3	81.43±0.50^{c}	91.87±0.07^{d}	nd
Plara 1	65.64±1.76^{c}	91.3±0.96^{d}	nd
Plara 2	28.2±2.17^{c}	76.47±0.06^{d}	nd
Plara 3	26.99±1.70^{c}	92.32±0.33^{d}	nd
Plara 4	21.15±2.29^{c}	92.01±0.19^{d}	nd
Plara 5	61.14±2.27^{c}	92.01±0.20^{d}	nd
Kapi 1	42.89±3.99^{c}	92.01±0.21^{d}	nd
Kapi 2	74.78±1.08^{c}	92.01±0.22^{d}	87.74±0.56^{c}
Kapi 3	79.37±0.49^{c}	92.01±0.23^{d}	85.94±1.02^{c}
Plasom 1	9.31±1.53^{c}	92.01±0.24^{d}	nd
Plasom 2	11.19±2.38^{c}	92.01±0.25^{d}	nd
Plasom 3	10.72±1.17^{c}	92.01±0.26^{d}	nd
Plasom 4	12.0±0.56^{c}	92.01±0.27^{d}	nd

* nd means not detected Values presented as means ± SD from triplicate determinations

Different letters in the same column indicate the significant difference ($p < 0.05$)

ผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าทั้ง 5 ตัวอย่าง พบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าอยู่ระหว่าง 21.15 - 65.64 %และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าอยู่ระหว่าง 76.47 – 92.32 % แต่ไม่พบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP จากทั้ง 5 ตัวอย่าง (Table 2)

ผลิตภัณฑ์กะปิจากทั้ง 3 ตัวอย่างมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าอยู่ระหว่าง 42.89 - 79.37% และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่า 92.01 % ซึ่งค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างนั้น ขึ้นอยู่กับ ปริมาณเคยที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก วางจำหน่าย จนถึงวันที่ตรวจวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีเพียงกะปิ 2 และ 3 มีความสามารถในการการีดิวซ์เฟอริก อิออน FRAP 85.94 - 87.74% ขณะที่กะปิ 1 ไม่พบความสามารถในการการีดิวซ์เฟอริก อิออน FRAP (Table 2) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์กะปิ (Faithong and Benjakul, 2010; Prapasuwannakul and Suwannahong, 2015)

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาส้มที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทำสุกทั้งหมด 4 ตัวอย่าง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าอยู่ระหว่าง 9.31 – 12.0 % และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่า 92.01 % โดยที่ตัวอย่างปลาส้มทั้งหมดไม่มีความสามารถในการการีดิวซ์เฟอริก อิออน FRAP (Table 2) เมื่อนำปลาส้มทั้งหมดไปให้ความร้อนจนสุก พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าการปรุงสุกเพื่อการบริโภคไม่ทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ลดลง ถึงแม้ว่าอุณหภูมิตั้งแต่ 90 องศาเซลเซียสขึ้นไปจะมีผลทำให้ความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพที่ลดลง (Réblová, 2012) ดังนั้นจึงควรใช้ความร้อนและเวลาในการปรุงอาหารที่เหมาะสมเพื่อคงคุณภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ

ผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองพื้นบ้านของไทย ได้แก่ น้ำบูดู น้ำปลาร้า กะปิ และปลาส้ม เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโปรตีนละลายน้ำที่ได้จากการย่อยสลายเนื้อปลาหรือกุ้ง จากการหมักในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยที่ปริมาณโปรตีนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Elias, 2008) นอกจากนี้การหมักที่ใช้เวลานานจนอยู่ในรูปของโปรตีนไฮโดรไลเซท หรือเปปไทด์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ระยะเวลาในการหมักของผลิตภัณฑ์กะปิที่นานขึ้น ทำให้ฤทธิ์การต้านออกซิเดชัน DPPH, ABTS และ FRAP มีค่าที่สูงขึ้น (Faithong and Benjakul, 2010) โดยที่ปัจจัยที่ทำให้โปรตีนไฮโดรไลเซทหรือเปปไทด์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระนั้น คือ ขนาดของสายเปปไทด์ กรดอะมิโนที่อยู่ในสายเปปไทด์ และ การเรียงลำดับของกรดอะมิโนในสายเปปไทด์ (สินีนาถ, 2555)

กรดอะมิโน เปปไทด์ และโปรตีนในผลิตภัณฑ์หมักดองส่วนใหญ่ไม่มีความสามารถในการีดิวซ์เฟอริก อิออน (Fe^{3+}) ให้เป็นเฟอรัส อิออน (Fe^{2+}) การวิเคราะห์ความสามารถในการีดิวซ์เฟอริก อิออน จึงไม่ใช่วิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการทดสอบฤทธิ์ต้านการออกซิเดชัน ขณะที่กรดอะมิโน เปปไทด์ และโปรตีนในผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนกับสารอนุมูลอิสระโดยตรง จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS (เจนจิรา และประสงค์, 2554)

สรุป

ผลิตภัณฑ์ประมงหมักดองพื้นบ้านของไทยทุกชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ น้ำปลา น้ำบูดู ปลาร้า กะปิ และปลาส้ม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS

เอกสารอ้างอิง

เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม. 2554. อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ: แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์** 1(1): 59 – 70.

นันทิภา พันธุ์สวัสดิ์ และจีรวรรณ มณีโรจน์. 2558. บทที่ 16 เรื่องผลิตภัณฑ์ประมงพื้นบ้าน, น. 260-279. *ใน* จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร,ปัทมา ระตะนะอาพร,พงษ์เทพ วิไลพันธ์และวรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์, บรรณาธิการ. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

สินีนาถ สุขไกว. 2555. **การผลิตเจลาตินและเจลาตินไฮโดรไลเสทจากหนังปลาสำหรับการพัฒนาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Binsan, W., S. Benjakul, W. Visessanguan, S. Roytrakul, M. Tanaka and H. Kishimura. 2008. Antioxidative activity of mungoong, an extract paste, from the cephalothorax of white shrimp (*Litopenaeus vanamei*). **Food Chem.** 106(1): 185-193.

Elias, R.J., S.S. Kellerby and E.A. Decker. 2008. Antioxidant activity of proteins and peptides. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 48: 430-441.

Faithong, N. and S. Benjakul. 2010. Chemical composition and antioxidative activity of Thai traditional fermented shrimp and krill products. **Food Chem.** 119 (1): 133-140.

Lowry, O.H., N.J. Rosbrough, A. L. Farr and R.J. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin Phenol Reagent. **J. Biol. Chem.** 193: 265-275.

Peterson, G.L. 1977. A simplification of protein assay method of Lowry, Rosebrough, Farr and Randall. **Anal Biochem.** 83: 346-356.

Prapasuwannakul, N. and K. Suwannahong. 2015. Chemical composition and antioxidant activity of Klongkone shrimp saste. **Procedia - Social Behavioral Sci.** 1095-1100.

Réblová Z. 2012. Effect of temperature on the antioxidant activity of phenolic acids. **Food Sci.** 30 (2): 171-177.

Wu H., H. Chen, C. Shiau. 2003. Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*) **Food Res. Int.** 36: 949–957.

Yu, X., X. Mao , S. He, P. Liu, Y. Wang and C. Xue. 2014. Biochemical properties of fish sauce prepared using low salt, solid state fermentation with anchovy by-products. **Food Sci. Biotechnol.** 23(5):1497-1506.

ประชาคมไส้เดือนทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

Polychaete Communities in Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

พนิชา พรวิริยะมงคล[1*] นภาขวัญ แหวนเพชร[1] จิตติมา อายุตตะกะ[1] และกรกฎ ชั้นประเสริฐ[1]

Phanicha Pornwiriyamongkol[1*], Napakhwan Whanpetch[1], Chittima Ayuthaka[1] and Korakot Chanprasert[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาประชาคมไส้เดือนทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี พบไส้เดือนทะเลทั้งหมด 11 วงศ์ (Family) ประกอบด้วยวงศ์ Cossuridae, Spionidae, Capitellidae, Sabellidae, Glyceridae, Poecilochaetidae, Lumbrineridae, Orbiniidae, Eunicidae, Nereididae และ Maldanidae ค่าความคล้ายคลึงของประชาคมไส้เดือนทะเลตามลักษณะดินตะกอนและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นทรายปนโคลน และกลุ่มที่อาศัยอยู่บริเวณทรายหยาบ ค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าตั้งแต่ 1.14 - 2.02 ไส้เดือนทะเลที่พบวงศ์เด่น คือ ไส้เดือนทะเลวงศ์ Spionidae และ Capitellidae มีความหนาแน่นเท่ากับ 1245 และ 566 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ

ABSTRACT

Polychaete communities were studied in Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province. Eleven families of polychaeta were found including Cossuridae, Spionidae, Capitellidae, Sabellidae, Glyceridae, Poecilochaetidae, Lumbrineridae, Orbiniidae, Eunicidae, Nereididae and Maldanidae. The results of Bray – Curtis similarity index illustrated into 2 groups according to sediment grain size and physical characteristics of study area. The Diversity index were in ranged of 1.14- 2.02.The density of dominant taxa were in the family Spionidae of 1245 individuals/m^2 and the family Capitellidae of 566 individuals/m^2.

Key Words: polychaete, seagrass, Ao Khung Kraben

* Corresponding author; e-mail address: Phanicha_yok@hotmail.com

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เป็นส่วนหนึ่งของอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี อยู่บริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของประเทศไทย มีการส่งเสริมการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม ทำให้พื้นที่อ่าวคุ้งกระเบนมีความอุดมสมบูรณ์ในระบบนิเวศทางทะเลแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะระบบนิเวศหญ้าทะเล จากรายงานการสำรวจหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน (2558) แหล่งหญ้าทะเลภายในอ่าวคุ้งกระเบนยังคงความอุดมสมบูรณ์ มีการกระจายตัวของหญ้าทะเลภายในอ่าว ประมาณร้อยละ 60 ของพื้นที่ พบหญ้าทะเลสองชนิด ได้แก่ หญ้ากุยช่ายเข็ม (*Halodule pinifolia*) และหญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) สถานภาพหญ้าทะเลสมบูรณ์ดี

แหล่งหญ้าทะเลจัดเป็นระบบนิเวศที่มีความสมบูรณ์ของธาตุอาหาร และอินทรียสารจำนวนมาก จึงเป็นแหล่งอาศัยแห่งหนึ่งที่สามารถพบไส้เดือนทะเลที่มีความหลากหลาย และความชุกชุมสูง ไส้เดือนทะเล (polychaete) เป็นสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ มีบทบาทสำคัญในการย่อยอินทรียสารในระบบห่วงโซ่อาหาร สามารถพบได้ทั่วไป และพบมากเป็นอันดับต้น ๆ ของสัตว์พื้นทะเลในระบบนิเวศทางทะเลประเภทต่าง ๆ หญ้าทะเลแต่ละชนิดที่มีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกันนั้นส่งผลให้ความชุกชุม และความหลากหลายของสัตว์ทะเลแตกต่างกันด้วย (Sutammanupan *et al*., 2011 และLeopardas *et al*., 2014) นอกจากนี้ลักษณะพื้นดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์ที่แตกต่างกันยังส่งผลให้ชนิดและจำนวนของไส้เดือนทะเลแตกต่างกันเช่นเดียวกันในแต่ละบริเวณ (บำรุงศักดิ์, 2544 และ Meksumpun, 1999)

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความหลากหลาย และความหนาแน่นของไส้เดือนทะเลในอ่าวคุ้งกระเบน และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความหลากหลายชนิดของประชาคมไส้เดือนทะเลที่พบในแหล่งหญ้าทะเลแต่ละชนิด ได้แก่ หญ้ากุยช่ายเข็ม และ หญ้าคาทะเล และพื้นที่ที่ไม่พบหญ้าทะเล ซึ่งมีลักษณะดินตะกอนที่แตกต่างกัน พื้นที่บริเวณอ่าวคุ้งกระเบนในอดีตมีการสำรวจและวิจัยในหลาย ๆ หัวข้อทั้ง ชีววิทยาของพืชและสัตว์ทะเล ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในทะเล ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในอ่าว และผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ (โสมวิภา, 2533, บำรุงศักดิ์, 2544, วศิน และคณะ, 2553, และ Satumanatpan, 2011) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลเปรียบเทียบสำหรับการอนุรักษ์ และการจัดการทรัพยากรชายฝั่งต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี (Figure 1) จากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้นพบหญ้าทะเล 2 ชนิด คือ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) และหญ้ากุยช่ายเข็ม (*Halodule piniforia*) จึง

แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 สถานี ตามลักษณะการปกคลุมของชนิดหญ้าทะเล และทุกสถานีเป็นพื้นที่โผล่พ้นน้ำในขณะน้ำลง แต่ละสถานีห่างกันประมาณ 200 เมตร ดังนี้

1) บริเวณปากคลอง (KB1) เป็นพื้นที่ด้านเหนือของอ่าวคุ้งกระเบน ใกล้ทางออกของคลองชลประทาน ห่างจากแนวชายฝั่งประมาณ 10 เมตร ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ไม่มีหญ้าทะเลขึ้นอยู่ในบริเวณนี้

2) บริเวณที่มีหญ้ากุยช่ายเข็ม (KB 2) เป็นพื้นที่ปกคลุมของหญ้ากุยช่ายเข็มอยู่หนาแน่น ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง

3) บริเวณที่มีหญ้ากุยช่ายเข็มและหญ้าคาทะเล (KB 3) เป็นพื้นที่ปกคลุมของหญ้ากุยช่ายเข็ม และหญ้าคาทะเลปกคลุมผสมกัน อยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง

4) บริเวณที่มีหญ้าคาทะเล (KB 4) เป็นพื้นที่ปกคลุมของหย่อมหญ้าคาทะเล ที่มีความสมบูรณ์ อยู่ในเขตระดับน้ำลงต่ำสุด

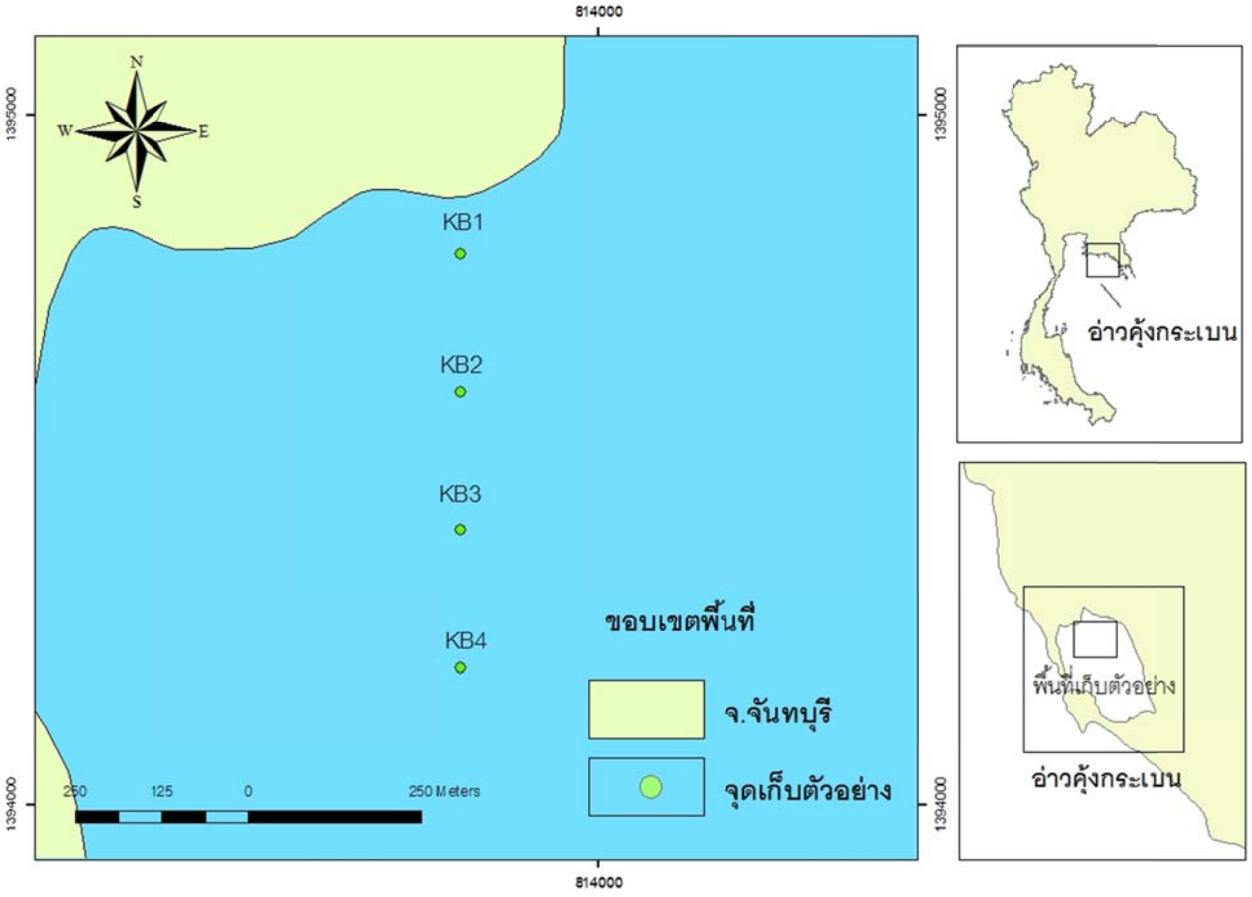


Figure 1 Sampling stations in Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

การเก็บตัวอย่างดิน และสัตว์พื้นทะเล

เก็บตัวอย่างไส้เดือนทะเลในเดือนกันยายน 2559 จำนวน 4 สถานีด้วยท่อพลาสติก (Corer) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร และเก็บลึกลงไปในดิน 15 เซนติเมตร สถานีละ 3 ซ้ำ นำตัวอย่างดินที่เก็บได้ในแต่ละครั้งร่อนผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร ตัวอย่างและตะกอนดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงร่อนทั้งหมดเก็บรักษาด้วยน้ำยารักษาสภาพ (ฟอร์มาลีน) 10% เพื่อนำมาคัดแยกสิ่งมีชีวิตออกจากตะกอนดิน

จำแนกวงศ์และจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (Stereomicroscope) ตามคู่มือการจัดจำแนกของ Day (1967a, 1967b) และคำนวณความหนาแน่น (จำนวนตัวต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร) ในห้องปฏิบัติการ

การเก็บตัวอย่างดินตะกอนโดยใช้ท่อพลาสติกใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 5 เซนติเมตร เก็บดินตะกอนผิวหน้าลึก 10 เซนติเมตรเพื่อศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอน และขนาดอนุภาคดินตะกอน (Holme and McIntyre, 1984)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจำนวน และความชุกชุมของไส้เดือนทะเล โดยคำนวณหาความหนาแน่นต่อหน่วยพื้นที่ ความหลากหลายทางชนิดโดยใช้ Shannon diversity index และความคล้ายคลึงของโครงสร้างประชาคมไส้เดือนทะเลที่อาศัยอยู่ในบริเวณต่าง ๆ โดยใช้ค่าดัชนีความคล้ายคลึง Bray-Curtis similarity index

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินและขนาดอนุภาคดินตะกอนของสถานี KB1 KB2 KB3 และ KB4 พบว่ามีปริมาณน้ำในดิน ร้อยละ 26.644, 23.599, 23.389 และ 23.065 ตามลำดับ ลักษณะดินตะกอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ 1) กลุ่มบริเวณที่มีลักษณะดินตะกอนมีทรายละเอียดปน คือ สถานี KB1 ลักษณะดินตะกอนเป็นทรายปนโคลน สถานี KB2 มีลักษณะดินตะกอนเป็นโคลนปนทราย และ สถานี KB3 มีลักษะดินตะกอนเป็นโคลนปนทราย และ 2) กลุ่มบริเวณที่มีลักษณะดินตะกอนเป็นทรายหยาบ คือ สถานี KB4 ลักษณะของพื้นที่ศึกษาสอดคล้องกับข้อมูลการสำรวจในปี พ.ศ. 2558 (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน, 2558)ที่ระบุว่าตะกอนดินบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนส่วนใหญ่เป็นทรายปนโคลน

องค์ประกอบทางชนิดของไส้เดือนทะเล

การเก็บข้อมูลประชาคมไส้เดือนทะเลในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 สถานี พบว่าไส้เดือนทะเลบริเวณแหล่งหญ้าทะเล และบริเวณที่ไม่มีหญ้าทะเลในอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี มีทั้งหมด 2 ชั้นย่อย (Sub class) คือ Sedentaria และ Eurantia ใน 11 วงศ์ (family) คือ Cossuridae, Spionidae, Capitellidae, Sabellidae, Glyceridae, Poecilochaetidae, Lumbrineridae, Orbiniidae, Eunicidae, Nereididae และ Maldanidae ซึ่งมีรูปแบบการกินอาหารที่แตกต่างกันตามการจัดจำแนกของ Fauchald and Jumars (1979) (Table 1) โดยบริเวณปากคลอง พบไส้เดือนทะเล 7 วงศ์ บริเวณหญ้ากุยช่ายเข็ม พบไส้เดือนทะเล 8 วงศ์ บริเวณบริเวณที่มีหญ้ากุยช่ายเข็มและหญ้าคาทะเล พบไส้เดือนทะเล 6 วงศ์ และบริเวณที่มีเฉพาะหญ้าคาทะเลพบไส้เดือนทะเล 5 วงศ์ ไส้เดือนทะเลวงศ์เด่นและสามารถพบได้ทุกบริเวณคือวงศ์ Spionidae และ Capitellidae โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 1245 และ 566 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ (Figure 2) จากค่าดัชนีความหลากหลายของไส้เดือนทะเลทั้ง 4 สถานี (KB1 KB2 KB3 และ KB4) พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.72, 2.02, 1.14 และ 1.22 ตามลำดับ โดยที่สถานี KB 2 มีค่าดัชนีความหลากหลายมากที่สุด และสถานี KBS 3 มีค่าดัชนีความหลากหลายต่ำที่สุด (Figure 2) จากการจัดกลุ่มไส้เดือนทะเลตามลักษณะการกินอาหาร (feeding type) พบว่าบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนมีไส้เดือนทะเลวงศ์เด่น (Spionidae และ Capitellidae) อยู่ในกลุ่มสัตว์พื้นทะเลที่กินสารอินทรีย์เป็นอาหาร (deposit feeder) โดยสัตว์กลุ่มนี้มักจะพบมากในบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง ซึ่งสอดคล้องกับผล

การศึกษาในส่วนของลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะพื้นดินตะกอนส่วนใหญ่เป็นทรายละเอียดปนโคลน และสอดคล้องกับผลการศึกษาของบำรุงศักดิ์ (2544) และ Meksumpun and Meksumpun (1999) ซึ่งรายงานว่าชนิดและจำนวนของไส้เดือนทะเลสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน

Table 1 Feeding types of polychaetes at each station in Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

Sub class	Family	Feeding type	Station
Sedentaria	Spionidae	Deposit feeder Suspension feeder	KB1, KB2, KB3, KB4
	Capitellidae	Deposit feeder	KB1, KB2, KB3, KB4
	Cossuridae	Deposit feeder	KB1
	Sabellidae	Filter feeder	KB1, KB2, KB3
	Poecilochaetidae	Deposit feeder Suspension feeder	KB1, KB2
	Orbiniidea	Deposit feeder	KB2
	Maldanidae	Detritrus feeder	KB2, KB4
Eurantia	Nereididae	Predator	KB4
	Lumbrineridae	Predator	KB1, KB2, KB3, KB4
	Eunicidae	Predator	KB3
	Glyceridae	Predator	KB1, KB2, KB3

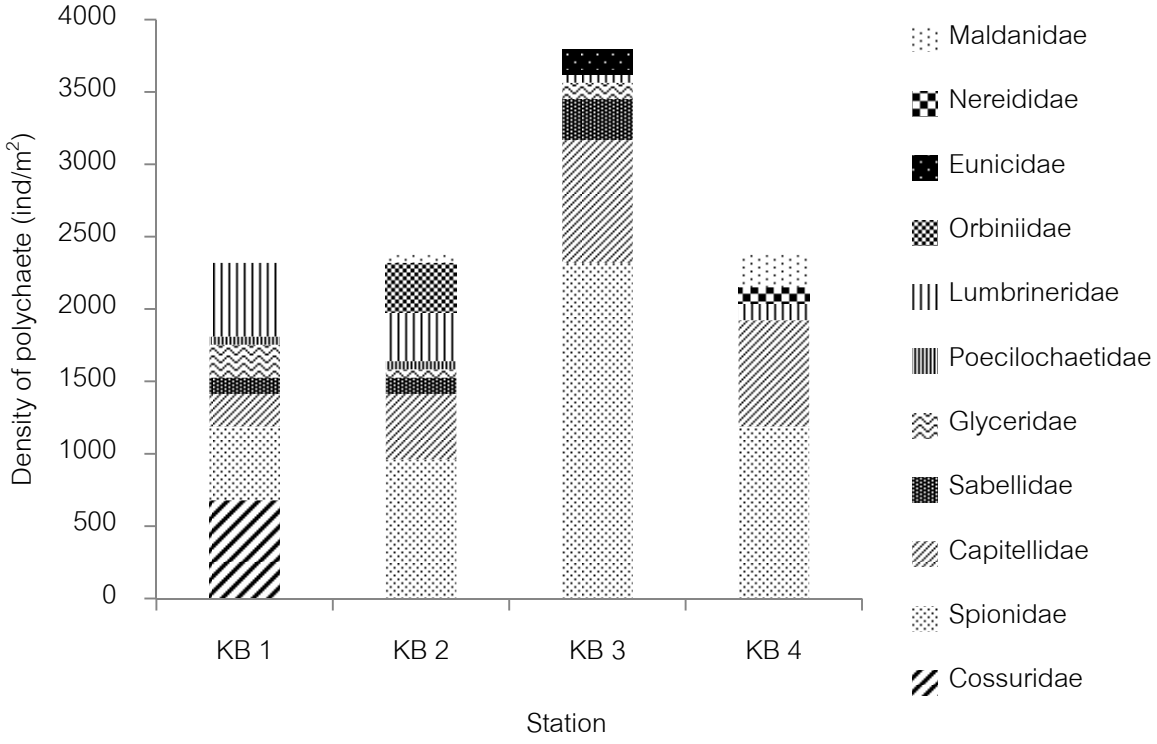


Figure 2 Density of polychaete families (individual/m^2) in each station in Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

โครงสร้างประชาคมไส้เดือนทะเล

ลักษณะประชาคมไส้เดือนทะเลบริเวณพื้นที่บริเวณปากคลอง บริเวณที่มีหญ้ากุยช่ายเข็ม บริเวณที่มีหญ้ากุยช่ายเข็มและหญ้าคาทะเล และบริเวณที่มีหญ้าคาทะเล สามารถแบ่งประชาคมไส้เดือนทะเลออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามความแตกต่างกันของลักษณะดินตะกอนและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ โดยใช้การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของประชาคมไส้เดือนทะเลที่ระดับร้อยละ 50 (Figure 3) จากรูป อธิบายได้ว่ากลุ่มไส้เดือนทะเลที่อยู่ในบริเวณ KB1 KB2 และ KB3 มักอาศัยอยู่ในแนวเขตน้ำขึ้นน้ำลง พื้นทะเลเป็นทรายปนโคลน หรือมีทรายละเอียดปน เป็นบริเวณที่ไม่มีหญ้าทะเล (KB1) บริเวณที่มีเฉพาะหญ้ากุยช่ายเข็ม (KB2) และบริเวณที่มีหญ้ากุยช่ายเข็มและหญ้าคาทะเลผสมกัน (KB3) และกลุ่มไส้เดือนทะเลที่อยู่ในบริเวณ KB4 มักอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีเฉพาะหญ้าคาทะเล พื้นทะเลเป็นพื้นทรายหยาบ

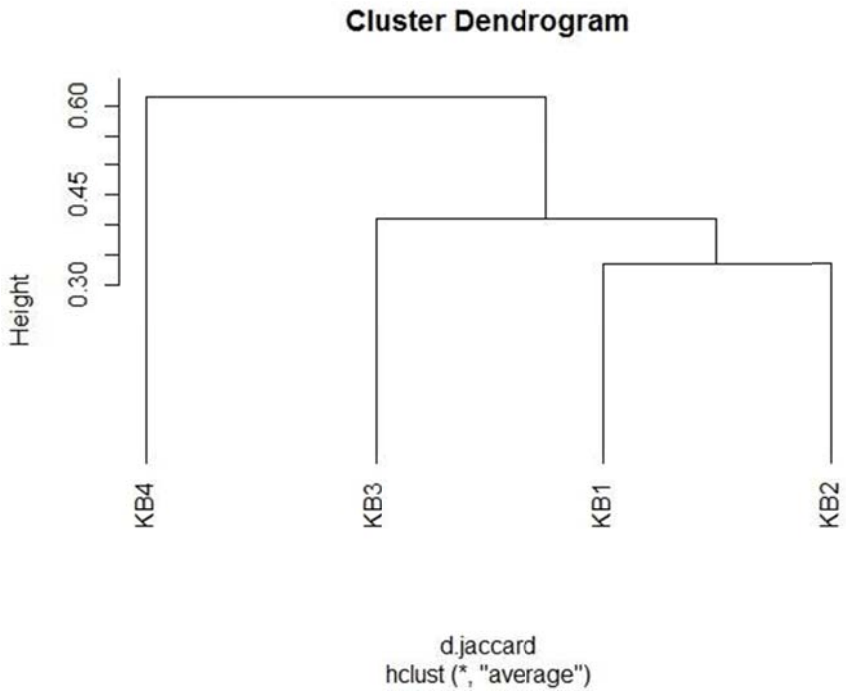


Figure 4 Group average cluster dendograms on the similarity index of polychaetes at Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

สรุป

ประชาคมไส้เดือนทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี พบทั้งสิ้น 11 วงศ์ แพร่กระจายต่างกันตามลักษณะที่อยู่อาศัย และลักษณะดินตะกอน โดยมีความหลากหลาย และความหนาแน่นสูงในบริเวณที่มีหญ้ากุยช่ายเข็มปกคลุมอย่างหนาแน่น ไส้เดือนทะเลที่พบเป็นวงศ์เด่นมี 2 วงศ์ คือ ไส้เดือนทะเลวงศ์ Spionidae และ Capitellidae

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.จันทบุรี ในการเอื้อเฟื้อสถานที่การทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

บำรุงศักดิ์ ฉัตรอนันทเวช. 2544. **นิเวศวิทยาของไส้เดือนทะเลที่สัมพันธ์กับภาวะสารอินทรีย์ปริมาณสูงในอ่าวคุ้งกระเบน ประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 239 หน้า.

วศิน ยุวนะเตมีย์, สราวุธ ศิริวงศ์, เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, ชลี ไพบูลย์กิจกุล และสหรัฐ ธีระคัมพร. 2553.

การศึกษาความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินและแพลงก์ตอนในอ่าวคุ้งกระเบน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2553. ศูนย์วิจัยศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 134 หน้า.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งและป่าชายเลน. 2558. **รายงานการสำรวจและประเมินสภาพ และศักยภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง: ปะการังและหญ้าทะเล ปี 2558**. 156 หน้า.

โสมวิภา โยธะพันธ์. 2533. **การศึกษาพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน: ปัญหาและแนวทางแก้ไข**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 194 หน้า.

Day, J. H. 1967a. **A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa Part 1. Errantia**. Eyre and Spottiswoode Ltd., London. 458p.

Day, J. H. 1967b. **A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa Part 2. Sedentaria**. Eyre and Spottiswoode Ltd., London. 420p.

Fauchald, K., Jumars, P.A., 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. **Oceanography and Marine Biology Annual Review** 17: 193–284

Holme, N.A. and A.D. McIntyre. 1984. **Methods for the study of marine benthos**. 2nd ed. Blackwell sciencetific publications, London. 216p.

Leopadas V., Wilfredo U. and Masahiro N. 2014. Benthic macrofaunal assemblages in multispecific seagrass medows of the southern Philipines: Variation among vegetation dominated by different seagrass species. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 457: 71-80

Meksumpun C. and S. Meksumpun. 1999. Polychaete-sediment relation in Rayong, Thailand. **Environmental Pollution**. 105: 447-456

Satumanatpan, S., S. Thummikapong and K. Kanongdate. 2011. Biodiversity of benthic fauna in the seagrass ecosystem of Kung KraBaen Bay, Chantaburi Province, Thailand. **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 33: 341-348.

ผลจับสัตว์น้ำจากการทำประมงไซนั่งบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

The Catch form Standing Trap Fishery in the Outer Part of Songkhla Lake

ธเนศ ศรีถกล[1*] เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก[2] และ สมใจ เวชประสิทธิ์[1]

Thanate Sritakon[1*], Permsak Pernmark[2] and Somjai Vechprasit[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลจับสัตว์น้ำจากการทำประมงไซนั่งบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก เก็บข้อมูลระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 พบสัตว์น้ำทั้งหมด 123 ชนิด แยกเป็นกลุ่มกุ้ง ปลา ปู และกลุ่มสัตว์น้ำอื่นๆ จำนวน 17, 97, 3 และ 6 ชนิด คิดเป็นร้อยละองค์ประกอบสัตว์น้ำ 72.82, 20.56, 6.43 และ 0.19 ของน้ำหนัก ตามลำดับ อัตราการจับสัตว์น้ำมีค่าเฉลี่ย 0.997 กก./ลูก/คืน เป็นกลุ่มกุ้ง ปลา ปู และสัตว์น้ำอื่นๆ 0.727, 0.203, 0.065 และ 0.002 กก./ลูก/คืน ตามลำดับ สำหรับอัตราการจับสัตว์น้ำเฉลี่ยของกุ้งตะกาดขาว *Metapenaeus moyebi*, กุ้งหัวแข็ง *Metapenaeus ensi* และกุ้งแชบ๊วย *Feneropenaeus merguiensis* มีค่า 0.473, 0.029 และ 0.050 กก./ลูก/คืน ตามลำดับ คิดเป็นองค์ประกอบร้อยละ 47.44, 2.94 และ 5.04 ของน้ำหนักตามลำดับ สำหรับความยาวตลอดตัวเฉลี่ยของกุ้ง 3 ชนิด เท่ากับ 6.05, 9.44 และ 9.47 เซนติเมตร และขนาดความยาวแรกจับ เท่ากับ 6.28, 9.69 และ 9.17 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งความยาวตลอดตัวและขนาดความยาวแรกจับของกุ้งทั้ง 3 ชนิดมีขนาดเล็กกว่าขนาดแรกเริ่มสืบพันธุ์ นอกจากนี้พบว่าขนาดตาอวนที่เหมาะสมของไซนั่งเท่ากับ 1.66 เซนติเมตร

ABSTRACT

Study on the catch form standing trap fishery in the outer part of Songkhla Lake were done during February 2012 to January 2013. There are 123 species of aquatic animals were caught which comprised of 17, 97, 3 species of shrimp, fish and crabs and 6 species of other aquatic animals. The percentage of each group were 72.82, 20.56, 6.43 และ 0.19 % (by weight), respectively. The average catching per unit of effort (CPUE) was 0.997 kg/trap/night. The average CPUE of shrimps, fishes, crabs and other aquatic species were 0.727, 0.203, 0.605 and 0.002 kg/trap/night, respectively. The average CPUE of *Metapenaeus moyebi*, *Metapenaeus ensi*, *Fenneropenaeus merguiensi* were 0.727, 0.203, 0.605 and 0.002 kg/trap/night calculated as 47.44%, 2.94% and 5.04% of total catch by weight. The average total length of those 3 shrimp species were 6.05, 9.44 and 9.47 centimeters. The length of the first capture shrimp was 6.28, 9.69 and 9.17 centimeters respectively which were smaller than the first mature size. In addition, the optimum mesh size of standing trap was 1.66 centimeters.

Key Words: Shrimp, Standing trap, Shrimp trap, Songkhla Lake, Catch

*Corresponding author; e-mail address: **sthanate@gmail.com**

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอ่าวไทยตอนล่าง (สงขลา) กรมประมง : 79/1 ถ.วิเชียรชม ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา 90000

[1]Southern Fisheries Research and Development Center (Songkhla), Department of Fisheries

: 79/1 Wichianchom Rd., Bo-Yang, Muang, Songkhla, 90000

[2]สำนักงานประมงจังหวัดยะลา กรมประมง : ศาลากลางจังหวัดยะลา (อาคาร 1) ถ.สุขยางค์ ต.สะเตง อ.เมือง จ.ยะลา 95000

[2]Yala Povinicial Fisheries Office, Department of Fisheries : Yala City Hall (Building 1), Sukayarn Rd., Satang, Muang, Yala, 95000

คำนำ

ทะเลสาบสงขลาตอนนอกเป็นส่วนตอนล่างสุดของทะเลสาบสงขลา มีส่วนติดต่อกับอ่าวไทยบริเวณปากทะเลสาบ ได้รับอิทธิพลความเค็มของน้ำทะเลจากการขึ้น-ลงของน้ำ และอิทธิพลของน้ำจืดในช่วงน้ำหลาก ทำให้มีความหลากหลายของสัตว์น้ำสูง พบปลาประมาณ 450 ชนิด กุ้งทะเล และกุ้งน้ำจืดรวมกัน 30 ชนิด และสัตว์น้ำอื่น ๆ เช่น ปู หอย และกั้ง (ไพโรจน์ และ คณะ, 2542) มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในกิจกรรมด้านเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการจับสัตว์น้ำ เช่น เลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง เลี้ยงกุ้งทะเล (นากุ้ง) ฯลฯ จึงเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทางด้านประมงมาก โดยเฉพาะประมงอวนรุน และเครื่องมือประจำที่ที่มีมากจนเกินไป ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้แหล่งน้ำตื้นเขินและทรัพยากรสัตว์น้ำลดลง

โพงพาง และไซนั่ง เป็นเครื่องมือประจำที่ที่พบมาก ใน พ.ศ. 2558 ผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นจากสำนักงานประมงจังหวัดสงขลา พบว่าเขตจังหวัดสงขลามีโพงพางจำนวน 1,700 ช่อง และไซนั่งจำนวน 27,000 ลูก ซึ่งร้อยละ 90 ของไซนั่งอยู่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

การแก้ไขปัญหาไซนั่งมีการดำเนินการมาแล้วหลายครั้ง เช่น พ.ศ. 2528 อนุญาตให้มีไซนั่งในทะเลสาบสงขลาตอนนอก จำนวน 7,000 ลูก ตามจำนวนที่ร้องขอของชาวประมงในเวลานั้น โดยกำหนดพื้นที่อนุญาต (ไพโรจน์ และ ละออ, 2544) การปรับเปลี่ยนเครื่องมือเป็นอวนลอย แต่การลดจำนวนไซนั่งยังไม่ได้ผล และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาในอดีตพบว่าไซนั่งเป็นเครื่องมือที่จับกุ้งเป็นเป้าหมายหลัก (ไพโรจน์ และละออ, 2544; ธเนศ และคณะ, 2554) สำหรับการศึกษาประมงไซนั่งบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในครั้งนี้ มุ่งเน้นศึกษาองค์ประกอบ อัตราการจับสัตว์น้ำ ขนาดความยาวของกุ้งชนิดสำคัญทางเศรษฐกิจ และขนาดตาอวนที่เหมาะสมของไซนั่ง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการบริหารจัดการไซนั่งบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกให้มีความยั่งยืน

วิธีการศึกษา

สถานที่ และระยะเวลา รวบรวมข้อมูลการทำประมงและสัตว์น้ำจากไซนั่ง โดยสุ่มตัวอย่างจากท่าขึ้นสัตว์น้ำบริเวณตำบลเกาะยอ อำเภอเมือง และบ้านใหม่-บ้านท่าเสา ตำบลสะทิ้งหม้อ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา (Figure 1) ซึ่งมีแหล่งทำการประมงในทะเลสาบสงขลาตอนนอก (Figure 2) ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงธันวาคม พ.ศ. 2555 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 เดือนละ 1 ครั้ง รวม 12 ครั้ง

วิธีรวบรวมข้อมูล สุ่มตัวอย่างสัตว์น้ำ 2 กิโลกรัมต่อชาวประมง 1 ราย จำนวน 10-15 ราย/เดือน สอบถามข้อมูลจำนวนไซนั่ง ผลจับสัตว์น้ำ และจำนวนวันทำการประมง หลังจากนั้นจำแนกชนิดสัตว์น้ำ นับจำนวนตัวของแต่ละชนิด วัดความยาวตลอดตัวของกุ้งชนิดสำคัญทางเศรษฐกิจ ด้วยวิธีแจกแจงความถี่ หน่วยเป็น เซนติเมตร (ซม.) และชั่งน้ำหนักรวมของสัตว์น้ำแต่ละชนิด หน่วยเป็น กิโลกรัม (กก.) จำแนกชนิดสัตว์น้ำ โดยใช้คู่มือจำแนกชนิดสัตว์น้ำของ ไพโรจน์ และคณะ (2542), Fishcher and Bianchi (1984), Carpenter and Niem (1988) และ Chaitiamvong and Supongpan (1992)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. องค์ประกอบของสัตว์น้ำ แสดงในรูปของร้อยละชนิดสัตว์น้ำต่อปริมาณสัตว์น้ำทั้งหมดที่จับได้

2. อัตราการจับสัตว์น้ำ (catch per unit of effort, CPUE) หาน้ำหนักของสัตว์น้ำที่จับได้ต่อไซนั่งหนึ่งลูกต่อ 12 ชั่วโมงของการทำประมง หรือหนึ่งคืน เพื่อหลีกเลี่ยงค่าน้ำหนักของสัตว์น้ำที่มีค่าน้อยเกินไป และให้สอดคล้องกับการอธิบายผลการจับสัตว์น้ำที่ชาวประมงใช้วัด คือ หนึ่งคืนของการทำประมง โดยมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกต่อคืน (กก./ลูก/คืน)



Figure 1 Sampling sites (●) of standing trap in the Outer Part of Songkhla Lake



Figure 2 Fishing ground (⋯⋯) of standing trap in the Songkhla Lake

3. นำข้อมูลความยาวตลอดตัวของกุ้งชนิดสำคัญทางเศรษฐกิจ 3 ชนิด มาหาช่วงความยาวตลอดตัวที่จับได้ ความยาวตลอดตัวเฉลี่ย ขนาดความยาวแรกจับ (L_{50}) และขนาดตาอวนที่เหมาะสม (optimum mesh size, M_0) ของไซนั่ง หน่วยเป็น เซนติเมตร (ซม.)

หาค่า M_0 ตามวิธีของ Jones (1976) โดยนำ L_{50} ที่ได้ มาหาค่าปัจจัยการเลือกจับ (selection factor, S.F.) ตามสมการ S.F. = L_{50}/m.s. ซึ่ง m.s. เท่ากับ 1.5 เซนติเมตร เป็นขนาดตาอวนไซนั่งที่ชาวประมงใช้ทำการประมงบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก หลังจากนั้นนำค่า S.F. มาคำนวณหาค่า M_0 ตามสมการ M_0 = L_{op}/S.F. ค่า L_{op} คือ ความยาวที่เหมาะสมเพื่อการประมง การศึกษาครั้งนี้ใช้ขนาดความยาวแรกเริ่มสืบพันธุ์ (first size maturity)

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ไซนั่ง หรือโป๊ะน้ำตื้น หรือลอบยืน หรือไซตู้ เป็นเครื่องมือชนิดเดียวกัน แต่ คำว่า ไซนั่ง นิยมเรียกกันมากที่สุด (ไพโรจน์ และละออ, 2544) ไซนั่ง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ **1) ตัวไซนั่ง** ประกอบด้วยโครงไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 0.55 x 1.5 x (1.5-2.3) เมตร หุ้มด้วยอวนโพลีเอทธิลีนสีแดง ขนาดช่องตา 1.50 ซม. มีช่องเปิดให้สัตว์น้ำเข้าทางหนึ่งปากช่องเปิดยาวตลอดความสูงของตัวไซนั่ง และประกอบเป็นงาแซงกันสัตว์น้ำ และ **2) ปีกไซนั่ง หรือขาทราย** ใช้อวนขนาดช่องตา 3 ซม. กางกั้นทางเดินของสัตว์น้ำทั้งด้านซ้ายและขวาเพื่อต้อนให้สัตว์น้ำเข้าตัวไซนั่ง มีความยาวด้านละ 25-30 เมตร (Figure 3-4) ชาวประมงมีไซนั่ง 5-60 ลูกต่อราย เฉลี่ย 20 ลูกต่อราย มีแหล่งทำการประมงในพื้นที่จังหวัดสงขลาและพัทลุง (Figure 2) สามารถทำการประมงได้เกือบตลอดปี ส่วนใหญ่อยู่ระหว่างเมษายนถึงธันวาคม ชาวประมงเริ่มทำประมงโดยนำไซนั่งไปวางในแหล่งทำประมงในช่วงเย็นประมาณ 18.00 น. และเก็บกู้ในช่วงเช้าประมาณ 06.00 น. ระดับน้ำ 1.5 – 2.0 เมตร มีกระแสน้ำปานกลาง และจุดตะเกียงน้ำมันก๊าดวางไว้ส่วนบนของตัวไซนั่งเพื่อล่อสัตว์น้ำเข้ามา การเก็บสัตว์น้ำใช้ไม้ขัดชักตัวไซนั่งลอยพ้นเหนือผิวน้ำแล้วทำการรวบรวมสัตว์น้ำ จำนวนวันทำการประมงโดยปกติชาวประมงจะวางไซนั่งทิ้ง 1 คืน แล้วเก็บกู้ แต่ในช่วงที่ได้สัตว์น้ำน้อยจะวางทิ้งไว้ 2 คืนหรือมากกว่า

องค์ประกอบสัตว์น้ำ สัตว์น้ำที่จับได้ 123 ชนิด แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกุ้ง 17 ชนิด กลุ่มปลา 97 ชนิด กลุ่มปู 3 ชนิด และสัตว์น้ำอื่น ๆ 6 ชนิด เป็นองค์ประกอบร้อยละ 72.82, 20.56, 6.43 และ 0.19 ของน้ำหนักสัตว์น้ำทั้งหมด ตามลำดับ (Table 1) เมื่อพิจารณาเป็นรายกลุ่ม พบว่า

กลุ่มกุ้ง พบมากเดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน 2555 มีค่าสูงสุดร้อยละ 84.56 ในเดือนมิถุนายน 2555 และต่ำสุดร้อยละ 37.13 ในเดือนมีนาคม 2555 กุ้งที่จับได้มากสุด ได้แก่ กุ้งตะกาดขาว (*Metapenaeus moyebi*) คิดเป็นร้อยละ 47.44 รองลงมาได้แก่ กุ้งหัวมันหลังไข่ (*M. brevicornis*) คิดเป็นร้อยละ 7.14 กุ้งแชบ๊วย (*Fenneropenaeus merguiensis*) ร้อยละ 5.04 กุ้งขาว (*M. lysianassa*) ร้อยละ 4.53 และกุ้งหัวแข็ง (*M. ensis*) ร้อยละ 2.94

กลุ่มปลา พบมากในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม ธันวาคม 2555 และมกราคม 2556 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน มีค่าสูงสุดร้อยละ 62.24 ในเดือนมีนาคม 2555 และต่ำสุดร้อยละ 12.90 ในเดือนสิงหาคม 2555 ชนิดปลาที่จับได้มากสุด ได้แก่ ปลาสลิดหินลายขาว (*Siganus javus*) คิดเป็นร้อยละ 4.25 รองลงมา คือ ปลาแป้นเล็ก (*Leiognathus brevirotris*) ร้อยละ 3.70 ปลาบู่ทราย (*Glossogobius aureus*) ร้อยละ 2.13 ปลาสลิดหินจุดขาว (*S. canaliculatus*) ร้อยละ 1.61 และปลาบู่ดำหัวโต (*Acentrogobius chloreostigmatoides*) ร้อยละ 1.07

กลุ่มปู พบมีค่าสูงสุดร้อยละ 6.78 ในเดือนสิงหาคม 2555 ต่ำสุดร้อยละ 0.04 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2555 และมีค่าร้อยละ 0.00 เดือนมีนาคม 2555 และมกราคม 2556 ปูที่จับได้มากสุด ได้แก่ ปูม้า (*Portunus pelagicus*) คิดเป็นร้อยละ 6.16 รองลงมา คือ ปูหิน (*Chyrybdis natator*) ร้อยละ 0.18

กลุ่มสัตว์น้ำอื่น ๆ พบ 6 ชนิด ประกอบด้วยหอยหวาน หอยโข่ง หมึก 2 ชนิด แมงกะพรุน และกั้งตั๊กแตน มีค่าสูงสุดร้อยละ 2.72 เดือนพฤษภาคม 2555 มีค่าต่ำสุดร้อยละ 0.01 เดือนสิงหาคมและกันยายน 2555 และมีค่าร้อยละ 0.00 เดือนเมษายน 2555

Table 1 Species compositions of aquatic animals (% by weight) from Standing Trap in the outer part of Songkhla Lake during February to December 2012 and January 2013.

Species	2012AD											2013AD	Total
	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	
Metapenaeus moyebi	0.28	1.20	4.26	16.51	46.47	50.20	71.89	72.59	65.99	44.64	32.68	4.83	47.44
M. brevicornis	10.27	12.56	31.25	3.81	4.53	0.94	0.33	0.48	2.16	9.68	3.97	21.27	7.14
Fenneropenaeus merguiensis	0.00	0.30	4.39	1.03	2.79	3.08	3.95	3.88	6.71	5.49	17.24	6.99	5.04
M. lysianassa	26.44	13.97	28.99	8.63	4.97	1.29	0.46	0.35	0.16	0.73	1.29	2.31	4.53
M. ensis	3.66	3.43	1.10	9.67	15.49	10.63	0.60	1.55	0.69	0.57	0.20	1.02	2.94
misc. shrimp	5.23	5.67	7.36	24.50	10.31	9.93	3.08	3.99	3.65	5.24	1.84	3.12	5.73
Total Shrimps	45.88	37.13	77.35	64.15	84.56	76.07	80.31	82.84	79.36	66.35	57.22	39.54	72.82
Siganus javus	0.00	0.00	0.00	0.36	2.69	4.72	3.07	1.69	8.63	6.86	10.35	0.00	4.25
Leiognathus brevirotris	23.67	42.30	3.31	15.27	6.22	4.86	0.67	0.51	0.83	1.07	4.68	24.16	3.70
Glossogobius aureus	3.04	0.32	0.00	1.86	0.46	0.17	0.01	0.15	0.71	4.10	11.51	4.94	2.13
S. canaliculatus	0.00	0.04	13.69	0.03	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.81	0.76	0.00	1.61
Acentrogobius chloreostigmatoides	0.94	0.00	0.00	1.25	1.07	3.62	3.10	0.80	0.00		0.60	4.25	1.07
misc. fish	24.47	19.58	5.15	14.09	4.59	5.03	6.05	8.75	4.25	6.48	13.78	26.27	7.80
Total Fish	52.12	62.24	22.15	32.86	15.03	18.40	12.90	12.73	14.42	19.32	41.68	59.62	20.56
Portunus pelagicus	0.00	0.00	0.04	0.00	0.09	5.29	6.75	3.48	5.78	14.09	0.81	0.00	6.16
Chyrybdis natator	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.22	0.03	0.63	0.05	0.11	0.00	0.00	0.18
Sesarma mediri	0.04	0.00	0.11	0.27	0.22	0.00	0.00	0.31	0.20	0.00	0.00	0.00	0.09
Total Crab	0.04	0.00	0.50	0.27	0.31	5.51	6.78	4.42	6.03	14.20	0.81	0.00	6.43
Misc. species	1.96	0.63	0.00	2.72	0.10	0.02	0.01	0.01	0.19	0.13	0.29	0.84	0.19
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

องค์ประกอบสัตว์น้ำส่วนมากเป็นกลุ่มกุ้งคิดเป็นร้อยละ 72.82 ของน้ำหนัก โดยเฉพาะกุ้งตะกาด (*Metapenaeus*) คิดเป็นร้อยละ 64.91 เช่นเดียวกับการศึกษาของ สุชาติ และคณะ (2520) ไพโรจน์ และคณะ (2527) ไพโรจน์ และละออ (2544) สุภาพร (2551) และ ธเนศ และคณะ (2554) ที่พบว่ามีกลุ่มกุ้งเป็น

องค์ประกอบร้อยละ 51.57, 56.1,48.8, 54.7 และ 76.69 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือไซนั่งมุ่งเน้นจับกุ้งทะเลเป็นเป้าหมายมากกว่าสัตว์น้ำอื่น ซึ่งองค์ประกอบสัตว์น้ำที่แตกต่างกันในแต่ละปีน่าจะขึ้นกับฤดูกาลหรือสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในและปี

อัตราการจับสัตว์น้ำ ตลอดการศึกษามีอัตราการจับเฉลี่ย 0.997 กก./ลูก/คืน อัตราการจับรายเดือนมีค่าสูงสุด 1.926 กก./ลูก/คืน เดือนสิงหาคม 2555 และต่ำสุด 0.224 กก./ลูก/คืน เดือนมีนาคม 2555 (Table 2) เมื่อพิจารณาเป็นรายกลุ่มสัตว์น้ำพบว่า

กลุ่มกุ้งมีอัตราการจับเฉลี่ย 0.727 กก./ลูก/คืน มีค่าสูงสุด 1.547 กก./ลูก/คืน เดือนสิงหาคม 2555 และต่ำสุด 0.084 กก./ลูก/คืน เดือนมีนาคม 2555 กุ้งที่จับได้มากสุดได้แก่ กุ้งตะกาดขาว เท่ากับ 0.473 กก./ลูก/คืน รองลงมาคือ กุ้งหัวมันหลังไข่เท่ากับ 0.071 กก./ลูก/คืน กุ้งแชบ๊วยเท่ากับ 0.050 กก./ลูก/คืน กุ้งขาว เท่ากับ 0.045 กก./ลูก/คืน และกุ้งหัวแข็งเท่ากับ 0.029 กก./ลูก/คืน โดยชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจได้แก่ กุ้งตะกาดขาว กุ้งหัวมันหลังไข่ กุ้งแชบ๊วย และกุ้งหัวแข็ง

กลุ่มปลามีอัตราการจับเฉลี่ย 0.203 กก./ลูก/คืน มีค่าสูงสุด 0.364 กก./ลูก/คืน เดือนธันวาคม 2555 และมีค่าต่ำสุด 0.084 กก./ลูก/คืน เดือนมิถุนายน 2555 ปลาที่มีอัตราการจับมากสุดได้แก่ ปลาสลิดหินลายขาวมีอัตราการจับ 0.043 กก./ลูก/คืน รองลงมา คือ ปลาแป้นเล็ก มีอัตราการจับ ร้อยละ 0.037 กก./ลูก/คืน และปลาบู่ทรายมีอัตราการจับ 0.021 กก./ลูก/คืน ปลาชนิดสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ปลาบู่ทราย ปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่ (*Parapocryptes serperaster*) และปลาตะกรับ (*Sctophagus argus*) ฯลฯ โดยปลาท่องเที่ยวเกล็ดใหญ่ และปลาตะกรับ มีอัตราการเท่ากับ 0.005 และ 0.004 กก./ลูก/คืน ตามลำดับ

กลุ่มปู มีอัตราการจับเฉลี่ย 0.065 กก./ลูก/คืน มีค่าสูงสุด 0.256 กก./ลูก/คืน ในเดือนพฤศจิกายน 2555 และต่ำสุด 0.001 กก./ลูก/คืน ในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน 2555 ไม่พบสัตว์น้ำกลุ่มนี้ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม 2555 และมกราคม 2556 โดยปูม้าและปูหินมีอัตราการจับเฉลี่ย 0.062 และ 0.002 กก./ลูก/คืน ตามลำดับ

Table 2 Catch per unit of effort (CPUE, kg./trap/night) of Standing Trap in the outer part of Songkhla Lake during February to December 2012 and January 2013.

Species	2012AD											2013AD	Total
	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	
Metapenaeus moyebi	0.001	0.003	0.044	0.065	0.251	0.471	1.385	1.311	0.587	0.804	0.286	0.021	0.473
M. brevicornis	0.045	0.028	0.320	0.015	0.025	0.009	0.006	0.009	0.019	0.175	0.035	0.092	0.071
Fenneropenaeus merguiensis	0.000	0.001	0.045	0.004	0.015	0.029	0.076	0.070	0.060	0.099	0.151	0.030	0.050
M. lysianassa	0.116	0.031	0.297	0.034	0.027	0.012	0.009	0.006	0.001	0.013	0.011	0.010	0.045
M. ensis	0.016	0.008	0.011	0.038	0.084	0.100	0.012	0.028	0.006	0.010	0.002	0.004	0.029
misc. shrimp	0.022	0.013	0.076	0.098	0.054	0.093	0.059	0.072	0.033	0.093	0.016	0.014	0.059
Total Shrimps	**0.200**	**0.084**	**0.793**	**0.254**	**0.456**	**0.714**	**1.547**	**1.496**	**0.706**	**1.194**	**0.501**	**0.171**	**0.727**
Siganus javus	0.000	0.000	0.000	0.001	0.015	0.044	0.059	0.030	0.077	0.124	0.091	0.000	0.043
Leiognathus brevirotris	0.104	0.095	0.034	0.060	0.034	0.046	0.013	0.009	0.007	0.019	0.041	0.104	0.037
Glossogobius aureus	0.013	0.001	0.000	0.007	0.003	0.002	0.000	0.003	0.006	0.074	0.101	0.021	0.021
S. canaliculatus	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.015	0.007	0.000	0.016
Acentrogobius chloreostigmatoides	0.004	0.000	0.000	0.005	0.006	0.034	0.060	0.014	0.000	0.000	0.005	0.018	0.011
misc. fish	0.108	0.043	0.053	0.056	0.026	0.046	0.116	0.159	0.037	0.118	0.119	0.112	0.075
Total Fish	**0.229**	**0.139**	**0.227**	**0.129**	**0.084**	**0.172**	**0.248**	**0.230**	**0.127**	**0.350**	**0.364**	**0.255**	**0.203**
Portunus pelagicus	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.050	0.130	0.063	0.052	0.254	0.007	0.000	0.062
Chyrybdis natator	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.002	0.001	0.011	0.001	0.002	0.000	0.000	0.002
Sesarma mediri	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.006	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001
Total Crab	**0.000**	**0.000**	**0.005**	**0.001**	**0.001**	**0.052**	**0.131**	**0.080**	**0.055**	**0.256**	**0.007**	**0.000**	**0.065**
Misc. species	**0.009**	**0.001**	**0.000**	**0.011**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.002**	**0.002**	**0.003**	**0.004**	**0.002**
Total CPUE	**0.438**	**0.224**	**1.025**	**0.395**	**0.541**	**0.938**	**1.926**	**1.806**	**0.890**	**1.802**	**0.875**	**0.430**	**0.997**

กลุ่มสัตว์น้ำอื่น ๆ มีอัตราการจับเฉลี่ย 0.002 กก./ลูก/คืน มีค่าสูงสุด 0.011 กก./ลูก/คืน ในเดือนพฤษภาคม 2555 และต่ำสุด 0.001 กก./ลูก/คืน ในเดือนมีนาคม 2555 ไม่พบสัตว์น้ำกลุ่มนี้ในเดือนเมษายน และมิถุนายนถึงกันยายน 2555

การศึกษาครั้งนี้มีอัตราการจับเฉลี่ยน้อยกว่าการศึกษาใน พ.ศ. 2527 และ พ.ศ. 2541 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1.46 และ 1.92 กก./ลูก/คืน ตามลำดับ (ไพโรจน์ และคณะ, 2527; ไพโรจน์ และละออ, 2544) ใกล้เคียงกับการศึกษาใน พ.ศ. 2546-2547 ที่มีค่าเฉลี่ย 0.99 กก./ลูก/คืน (สุภาพร, 2551) และ พ.ศ. 2550 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1.04 กก./ลูก/คืน (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2550) แต่มีค่ามากกว่าการศึกษา พ.ศ. 2552 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.88 กก./ลูก/คืน (ธเนศ และคณะ, 2554)

ความยาวตลอดตัว ขนาดความยาวแรกจับของกุ้งทะเล 3 ชนิด และขนาดตาอวนที่เหมาะสมของไซนั่ง

กุ้ง 3 ชนิดที่นำมาศึกษาขนาดความยาว คือ กุ้งตะกาดขาว กุ้งหัวแข็ง และกุ้งแชบ๊วย เนื่องจากเป็นชนิดเด่นและสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

กุ้งตะกาดขาว ขนาดความยาวเฉลี่ย 6.05±0.76(3.50-9.50) ซม. โดยความยาวเฉลี่ยสูงสุด 6.75±0.50(4.50-8.00) ซม. ในเดือนกุมภาพันธ์ 2555 และต่ำสุด 4.67±0.49 (3.50-9.50) ซม. ในเดือนมกราคม 2556 (Table 3) แจกแจงความถี่ตามขนาดความยาว หาค่าความยาวแรกจับ ได้ 6.28 ซม. เมื่อนำค่าความยาวแรกจับและขนาดตาอวนไซนั่งมาคำนวณหาค่าปัจจัยการเลือกจับได้เท่ากับ 4.19 กำหนดให้ขนาดกุ้งตะกาดขาวที่เหมาะสมในการทำการประมงไซนั่งมีค่าเท่ากับความยาวแรกเริ่มสืบพันธุ์ คือ 6.94 ซม. (Mane and Deshmukh, 2007) จะได้ขนาดตาอวนที่เหมาะสมของไซนั่งได้ 1.66 ซม.

กุ้งหัวแข็ง ขนาดความยาวเฉลี่ย 9.44±1.13 (5.50-12.50) ซม. มีความยาวเฉลี่ยสูงสุด 9.96±1.05 (7.50-12.00) ซม. ในเดือนสิงหาคม 2555 และต่ำสุด 7.92±0.29(7.50-9.50) ซม. ในเดือนธันวาคม 2555 (Table 3) แจกแจงความถี่ตามขนาดความยาว หาค่าความยาวแรกจับ ได้เท่ากับ 9.69 ซม. เมื่อนำค่าความยาวแรกจับและขนาดตาอวนไซนั่งมาคำนวณหาค่าปัจจัยการเลือกจับได้ 6.46 กำหนดให้ขนาดกุ้งหัวแข็งที่เหมาะสมในการทำการประมงไซนั่งมีค่าเท่ากับความยาวแรกเริ่มสืบพันธุ์ คือ 9.80 ซม. (อัจฉรา, 2536) จะได้ขนาดตาอวนที่เหมาะสม 1.52 ซม.

กุ้งแชบ๊วย ขนาดความยาวเฉลี่ย 9.47±2.80 (2.50-16.50) ซม. มีความยาวเฉลี่ยสูดสุด 11.99±1.71 (6.5-15.0) ซม. ในเดือนกันยายน 2555 และต่ำสุด 5.75±0.00 (4.50-7.50) ในเดือนมีนาคม 2555 (Table 3) แจกแจงความถี่ตามความยาว หาค่าความยาวแรกจับ ได้เท่ากับ 9.17 ซม. เมื่อนำค่าความยาวแรกจับและขนาดตาอวนไซนั่งมาคำนวณหาค่าปัจจัยการเลือกจับได้เท่ากับ 6.11 กำหนดให้ขนาดกุ้งแชบ๊วยที่เหมาะสมในการทำการประมงไซนั่งมีค่าเท่ากับความยาวแรกเริ่มสืบพันธุ์ คือ 13.0 ซม. (อัจฉรา, 2536) จะได้ขนาดตาอวนที่เหมาะสม 2.12 ซม.

ความยาวตลอดตัวเฉลี่ยของกุ้งตะกาดขาวมีขนาดใกล้เคียงกับการศึกษา ธเนศ และคณะ (2554) ขณะที่กุ้งหัวแข็ง และกุ้งแชบ๊วยมีขนาดใหญ่กว่าการศึกษาของ ธเนศ และคณะ (2554) ทั้งนี้ความยาวตลอดตัวเฉลี่ยและขนาดความยาวแรกจับของกุ้งทั้งสามชนิดมีความยาวน้อยกว่าขนาดแรกเริ่มสืบพันธุ์ เช่นเดียวกับ ธเนศ และคณะ (2554) และ ไพโรจน์ และละออ (2544) ซึ่ง ไพโรจน์ และละออ (2544) รายงานว่ากุ้งทั้งหมดที่จับได้เป็นกุ้งวัยรุ่นยังไม่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ สอดคล้องกับ ทรงชัย และ สวัสดิ์ (2511) ซึ่งพบว่ากุ้งวัยรุ่นในทะเลสาบสงขลาจะมีการแพร่กระจายในทะเลสาบสงขลาตอนนอก สำหรับขนาดตาอวนที่เหมาะสมของไซนั่งเพื่อจับกุ้งทะเลอยู่ระหว่าง 1.52-2.12 ซม. โดยขนาดตาอวนที่เหมาะสมที่สุด เท่ากับ 1.66 ซม. เนื่องจากเป็นขนาดตาอวนที่เหมาะสมของไซนั่งที่ใช้จับกุ้งตะกาดขาวซึ่งเป็นกุ้งที่มีปริมาณการจับมากที่สุด (ร้อยละ 47.44 ของน้ำหนักสัตว์น้ำที่จับได้)

Table 3 Minimum, maximum, average and standard errors in total length of *Metapenaeus moyebi*, *M. ensis* and *Fenneropenaeus merguiensis* from Standing trap in the outer part of Songkhla Lake during February to December 2012 and January 2013.

Month	*Metapenaeus moyebi*		*M. ensis*		*Fenneropenaeus merguiensis*	
	min-max	X±SE	min-max	X±SE	min-max	X±SE
Feb'12	4.50-8.00	6.75±0.50	6.50-10.00	8.28±0.67	-	-
Mar'12	5.00-7.50	7.00+0.35	6.50-10.50	8.81±0.73	4.50-7.50	5.75±0.00
Apr'12	4.50-6.50	5.89±0.44	6.50-10.50	8.97±1.14	4.00-11.50	8.17±1.67
May'12	4.50-7.50	6.16+0.59	5.50-11.50	8.79+1.05	7.00-11.00	9.50+1.77
Jun'12	4.50-9.50	6.28±0.86	6.50-12.50	9.94±0.88	2.50-14.50	11.47±3.63
Jul'12	4.00-8.50	6.26+0.84	7.00-12.00	9.64±0.99	4.00-14.50	11.47+2.04
Aug'12	3.50-8.00	5.69±0.63	7.50-12.00	9.96±1.05	4.50-14.50	8.98±2.89
Sep'12	4.50-8.00	6.15+0.68	7.00-12.00	9.69±1.25	6.50-15.00	11.99±1.71
Oct'12	4.50-8.00	5.96±0.67	6.50-12.50	8.31±0.86	5.50-15.00	10.03±2.48
Nov'12	4.00-8.50	6.02+0.68	6.50+9.50	8.33±0.84	3.00-16.50	10.37±3.40
Dec'12	4.50-8.00	5.98±0.55	7.50-9.50	7.92±0.29	4.50-16.00	8.96±2.72
Jan'13	3.50-6.00	4.67±0.49	8.00-10.00	8.75±0.00	6.00-11.50	8.44±0.90
Total	3.50-9.50	6.05±0.76	5.50-12.50	9.44±1.13	2.50-16.50	9.47±2.80

สรุป

องค์ประกอบสัตว์น้ำ พบสัตว์น้ำ 123 ชนิด ประกอบด้วย กลุ่มกุ้ง 17 ชนิด กลุ่มปลา 97 ชนิด กลุ่มปู 3 ชนิด และสัตว์น้ำอื่น ๆ 6 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 72.82, 20.56, 6.43 และ 0.19 ของน้ำหนักสัตว์น้ำทั้งหมด ตามลำดับ

2. **อัตราการจับสัตว์น้ำ** มีค่าเฉลี่ย 0.997 กก./ลูก/คืน เป็นกลุ่มกุ้ง ปลา ปู และสัตว์น้ำอื่นๆ 0.727, 0.203, 0.065 และ 0.002 กก./ลูก/คืน ตามลำดับ

3. **ขนาดความยาวตลอดตัวของกุ้ง 3 ชนิด** ความยาวเฉลี่ยของกุ้งตะกาดขาว กุ้งหัวแข็ง และกุ้งแชบ๊วย เท่ากับ 6.05±0.76, 9.44±1.13 และ 9.47±2.80 ซม. ตามลำดับ ขนาดความยาวแรกจับ เท่ากับ 6.28, 9.69 และ 9.17 ซม. ตามลำดับ มีขนาดตาอวนที่เหมาะสมของไซนั่งตามชนิดของกุ้งเท่ากับ 1.66, 1.52 และ 2.12 ซม. ตามลำดับ โดยขนาดตาอวนที่เหมาะสมที่สุดของไซนั่งเท่ากับ 1.66 ซม.

เอกสารอ้างอิง

ทรงชัย สหวัชรินทร์ และ สวัสดิ์ วงศ์สมนึก. 2511. การศึกษาชีววิทยาบางประการของกุ้งทะเลวัยรุ่นในทะเลสาบสงขลา, น. 115-119. *ใน* **รายงานประจำปี 2511**. สถานีประมงทะเลสงขลา, สงขลา.

ธเนศ ศรีถกล, วุฒิชัย วังคะฮาต และสมใจ เวชประสิทธิ์. 2554. การทดลองขยายขนาดตาอวนไซนั่งบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก, น. 246-253. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์, คณิต ไชยาคำ และ ไภษัชย์ แซ่จู. 2527. **การศึกษาผลการจับสัตว์น้ำด้วยเครื่องมือลอบยืนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2527. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 13 หน้า.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์, เริงชัย ตันสกุล และ อังสุนีย์ ชุณหปราณ. 2542. ทะเลสาบสงขลา. **สารานุกรมวัฒนธรรมภาคใต้** เล่มที่ 7 (2542): 3057-3240.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และ ละออ ชูศรีรัตน์. 2544. **การเปลี่ยนแปลงขนาดและประสิทธิภาพการจับสัตว์น้ำเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดช่องตาไซนั่งในทะเลสาบสงขลา**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2544. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 20 หน้า.

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2550. **รายงานผลการดำเนินงานโครงการฟื้นฟูทรัพยากรประมงในทะเลสาบสงขลา ปี 2550**. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 25 หน้า.

สุชาติ วิเชียรสรรค์, อรุณี จินดานนท์ และ ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์. 2520. ผลการจับสัตว์น้ำ ด้วยเครื่องมือประเภทโม๊ะระในทะเลสาบสงขลาตอนนอก, น. 299-311. *ใน* **รายงานผลการปฏิบัติงานทางวิชาการประจำปี 2520**. สถานีประมงทะเลจังหวัดสงขลา, กรมประมง.

สุภาพร องสารา. 2551. **ทรัพยากรสัตว์น้ำจากเครื่องมือไซนั่งในทะเลสาบสงขลาตอนนอก**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2551. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน , กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 54 หน้า.

อัจฉรา วิภาศิริ. 2536. **สภาวะทรัพยากรและการประมงกุ้งทะเลบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกตอนบน**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2536. กลุ่มประเมินสภาวะทรัพยากรและการประมง. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน, กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 28 หน้า.

Carpenter, K.E. and V.H. Niem (eds). 1988. **FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific**. Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks. Rome, FAO.

Chaitiamvong, S. and M. Supongpan. 1992. **A Guide to Penaeoid Shrimp found in Thai waters**. Austrarian Institute of Marine Science, Australia.

Fishcher, W. and G. Bianchi (eds). 1984. **FAO Species identification sheets for Fisheries purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51)**. Prepared and Printed with the support of the Danish International Development Agency (DANIDA) Rome, FAO.

Jones, R. 1976. **Mesh Regulation in the Demersal Fisheries of the South china Sea Area**. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, Manila.

Mane, S. and V.D. Deshmukh. 2007. Biology of *Metepenaeus moyebi* (Kishinouye, 1896) and barrier net fishery in Maharashtra waters. **J. Mar. Biol. Ass. India**. 49 (2) : 206-212.

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณหาดประพาส จังหวัดระนอง ระหว่างปี 2537–2556

Coastal Change at Praphat Beach, Ranong Province During 1994–2013

กัญญารัตน์ ราชเดิม[1] ปัทมา พุฒิรุ่งโรจน์[1] และ **มณฑล อนงค์พรยศกุล**[1*]

Kanyarat Ratchaderm[1], Pattama Puttirungroj[1] and Monton Anongponyoskun[1*]

บทคัดย่อ

หาดประพาส อุทยานแห่งชาติแหลมสน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง พบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอย่างต่อเนื่องระหว่างปี 2537 ถึง 2556 บางบริเวณเกิดการกัดเซาะ บางบริเวณเกิดการสะสมตัว และบางบริเวณมีสภาพคงตัว ปากคลองกำพวนเกิดการสะสมของทรายเป็นแนวสันทราย ทำให้ร่องน้ำและปากคลองเปลี่ยนตำแหน่งขยับขึ้นไปทางด้านทิศเหนือ บริเวณตอนกลางหาดทรายเคลื่อนที่ไปมาตามลักษณะพื้นที่และเวลา ส่วนด้านทิศใต้ของหาดซึ่งติดกับแนวกองหินพบว่าชายหาดสภาพคงตัว ตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลมีขนาด 0.063-0.125 มิลลิเมตรจัดเป็นทรายละเอียด อัตราเร็วน้ำทะเลประมาณ 1-10 เซนติเมตรต่อวินาทีสามารถเคลื่อนย้ายตะกอนแขวนลอยดังกล่าวให้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับน้ำทะเลได้

ABSTRACT

Praphat beach, Laem Son national park which locates in Suk Samran District, Ranong province found the continuously coastal change during 1993 to 2013. The erosion, deposition and stable status occurred in this beach. The inlet of the Kamphuan cannel had covered with sand dune which was changed the channel inlet location and topography to the northward direction. In the center of the beach, the sand migration was appearance depend on spatial and temporal. The southern part of the beach was the stable beach because of rocky shore. The size of the suspended particle in sea water was 0.063-0.125 mm which was the fine sand. The speed of sea water about 1-10 m/s could carry such particle away with its water mass.

Key Words: Praphat beach, coastal change, Ranong province

* Corresponding author; e-mail address: **ffismta@ku.ac.th**

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Marine science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย ส่งผลกระทบโดยตรงต่อประชาชนที่อาศัยและประกอบอาชีพในพื้นที่ริมชายฝั่งทะเล การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลมีสาเหตุจาก ลม กระแสน้ำ คลื่นทะเล ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น และกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Siripong, 2009; ปริทัศน์, 2550) การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประชาชนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่งทะเล ธรรมชาติพยายามปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุลใหม่ตลอดเวลาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งของประเทศไทย (สิน และคณะ, 2545) พบการกัดเซาะชายฝั่งทะเลในทุกจังหวัดที่ติดทะเล โดยพบแนวชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะมากถึง 155 แห่ง มีระยะทางรวมประมาณ 600 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 21.3 ของความยาวชายฝั่งทะเลทั้งประเทศ แบ่งเป็นฝั่งอ่าวไทย 112 แห่ง ระยะทางประมาณ 490 กิโลเมตร และฝั่งอันดามัน 43 แห่ง ระยะทางประมาณ 110 กิโลเมตร

การศึกษานี้เลือกบริเวณหาดประพาสซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติแหลมสน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนองเป็นพื้นที่ศึกษา หาดประพาสเป็นแหล่งวางไข่ของเต่าทะเล 4 ชนิด คือ เต่าตนุ เต่ากระ เต่าหญ้า และเต่ามะเฟือง (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2555) แต่ประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงชายหาดในช่วงเวลาที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัด แต่ละปีลมและคลื่นทะเลสร้างความเสียหายให้กับชายหาด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายหาดบริเวณหาดประพาส อุทยานแห่งชาติแหลมสน จังหวัดระนอง

อุปกรณ์และวิธีการ

หาดประพาสเป็นส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติแหลมสน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง ภาคใต้ฝั่งอันดามัน ความยาวหาดประมาณ 2 กิโลเมตร ทอดตัวยาวในแนวเหนือใต้ มีลักษณะเป็นหาดทรายละเอียด แคบ มีคลองกำพวนทางทิศเหนือของหาด ปากคลองมีแนวสันทราย ด้านในของคลองเป็นป่าชายเลน และเป็นที่อยู่อาศัยของชาวประมง ด้านทิศใต้เป็นกองหินขนาดใหญ่อยู่บริเวณริมฝั่งทะเลมีลักษณะคล้ายแหลมขนาดเล็ก ซึ่งทำหน้าที่คล้ายแนวป้องกันลมและคลื่นทะเลในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัด ดัง Figure 1

การเปลี่ยนแปลงลักษณะชายหาดบริเวณหาดประพาสศึกษาโดยนำภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2537 ความละเอียดภาพ 20x20 เมตร^2 RADASAT-1 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน 2547 ความละเอียดภาพ 30x30 เมตร^2 RADASAT-1 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2554 ความละเอียดภาพ 30x30 เมตร^2 RADASAT-2 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2556 ความละเอียดภาพ 30x30 เมตร^2 ผลิตภาพโดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) เปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะชายฝั่งทะเล

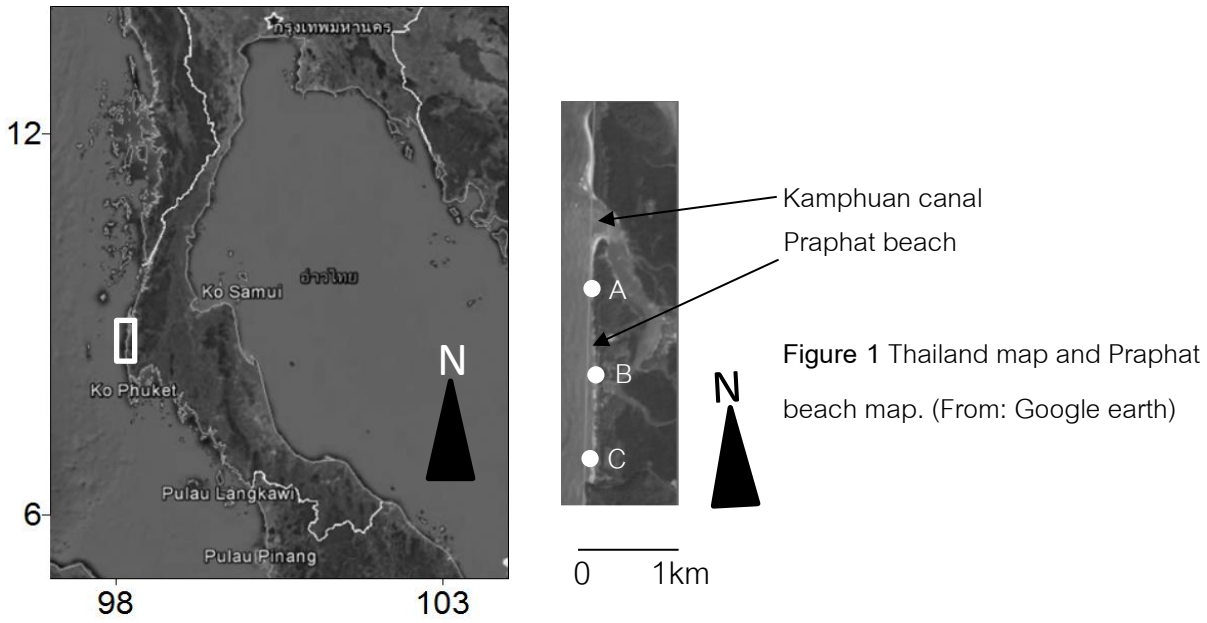


Figure 1 Thailand map and Praphat beach map. (From: Google earth)

รวบรวมข้อมูลภาคสนามบริเวณหาดประพาสระหว่างวันที่ 30 ตุลาคม 2555 และ 2 พฤศจิกายน 2555 ได้แก่ สำรวจความลาดเอียงของหาด 3 แนว 1) แนวด้านทิศเหนือของหาด 2) แนวตอนกลางของหาด และ 3) แนวด้านทิศใต้ของหาดตามลำดับดัง Figure 1 (A, B และ C) โดยปักหลักไม้ไผ่ทุกระยะทาง 5 เมตร เป็นแนวสำรวจตั้งฉากกับฝั่ง แต่ละแนวสำรวจมีระยะทางรวม 90 เมตร จุดเริ่มต้นสำรวจแต่ละแนวเป็นดัง Table 1 ตรวจวัดความสูงคลื่นด้วยชุดวัดความลึกน้ำ (HOBO U20 Water Level Data Logger) บันทึกข้อมูลทุก 1 วินาที เป็นเวลาประมาณ 5 ชั่วโมงต่อวัน ณ ตำแหน่ง N09°22′51.96″ E98°23′45.03″ N09°22′21.48″ E98°23′47.13″ และ N09°21′50.1″ E98°23′45.03″ รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิความเร็วลมของกรมอุตุนิยมวิทยา และดักตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลด้วยชุดดักตะกอนแขวนลอยเพื่อพิจารณาหาขนาดตะกอนแขวนลอย ณ ตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งตรวจวัดความสูงคลื่น

Table 1 Beach survey and start point of the survey on 30 October 2012 and 2 November 2012.

Beach survey	Start point of survey
A	N09°22′51.96″ E98°23′45.06″
B	N09°22′21.48″ E98°23′47.16″
C	N09°21′50.10″ E98°23′45.06″

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลโดยประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเปรียบเทียบแนวชายฝั่งของหาดประพาสระหว่างปี 2537, 2547, 2554 และ 2556 พบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งอย่างต่อเนื่องระหว่างปี 2537 ถึง 2556 บางบริเวณเกิดการกัดเซาะ บางบริเวณเกิดการสะสมตัว และบางบริเวณมีสภาพคงตัวดัง Figure 2 ทรายบริเวณหาดสามารถเคลื่อนที่ไปมา สังเกตได้จากภาพถ่ายฯ ในปี 2556 เทียบกับภาพถ่ายฯ ปีอื่นๆ ที่พบ

การเพิ่มขึ้นและหดหายของหาด บริเวณปากคลองกำพวนเกิดการสะสมของทรายเป็นแนวสันทราย ทำให้ร่องน้ำและปากคลองเปลี่ยนตำแหน่งขยับขึ้นไปทางด้านเหนือ ขณะเดียวกันทรายบริเวณตอนกลางหาด เคลื่อนที่ไปมาตามลักษณะพื้นที่และเวลา โดยเฉพาะในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หาดทรายบางส่วนจะถูกกัดเซาะลงสู่ทะเล และบางส่วนถูกน้ำพัดพาไปกองในบริเวณใกล้เคียง เกิดการเคลื่อนย้ายกองทรายไปมา ส่วนด้านทิศใต้ของหาดซึ่งติดกับแนวกองหินพบสภาพชายหาดคงตัวเกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเพียงเล็กน้อย

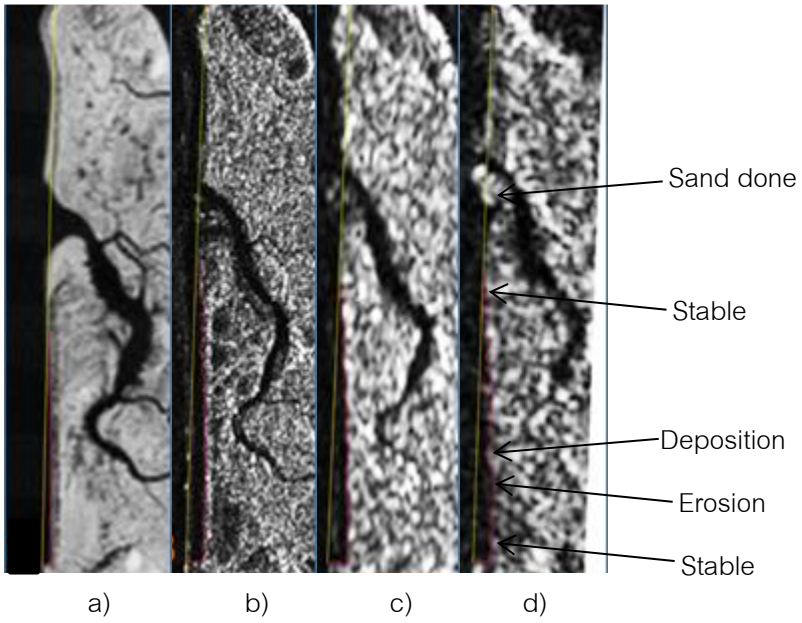


Figure 2 Satellite images: a) by LANDSAT-5 on 17 November 1994
b) by RADASAT-1 on 26 November 2004
c) by RADASAT-1 on 15 December 2011
d) by RADASAT-2 on 12 January 2013.

ข้อมูลของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน (2555) รายงานว่าบริเวณชายฝั่งทะเลของพื้นที่กลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามันด้านทิศตะวันตก พบคลื่นผิวน้ำที่เคลื่อนที่มาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นระยะเวลาประมาณ 6 เดือน คลื่นผิวน้ำนี้เป็นคลื่นที่เกิดจากอิทธิพลของลมที่มีความเร็วปานกลางเฉลี่ยประมาณ 2-20 เมตรต่อวินาที และก่อให้เกิดคลื่นสูงประมาณ 0.5-4 เมตร ซึ่งเป็นคลื่นที่มีอิทธิพลต่อการกัดเซาะพังทลายของชายฝั่ง ผลการตรวจวัดความสูงของคลื่นบริเวณชายฝั่งระหว่างวันที่ 30 ตุลาคม และ 2 พฤศจิกายน 2555 พบคลื่นทะเลมีความสูงคลื่นนัยสำคัญประมาณ 0.1-0.7 เมตร และมีคาบเวลาประมาณ 1-3 วินาที

ข้อมูลทุติยภูมิความเร็วลมของกรมอุตุนิยมวิทยา (2557) ซึ่งรวบรวมความเร็วลมในช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายนของปี 2547, 2554 และ 2556 (ปีเดียวกับปีที่มีภาพถ่ายดาวเทียม) พบว่าความเร็วลมในช่วงเดือนตุลาคมเป็นช่วงเปลี่ยนจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือ ในเดือนนี้จะมีความเร็วลมประมาณ 3-10 เมตรต่อวินาที พัดในทิศตะวันออกเฉียงเหนือสลับกับพัดในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงเดือน

กันยายนซึ่งเป็นช่วงที่มีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัด ความเร็วลมประมาณ 3-16 เมตรต่อวินาที พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในทำนองเดียวกันช่วงเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงที่มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัด ความเร็วลมประมาณ 3-10 เมตรต่อวินาที พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงใน Figure 3

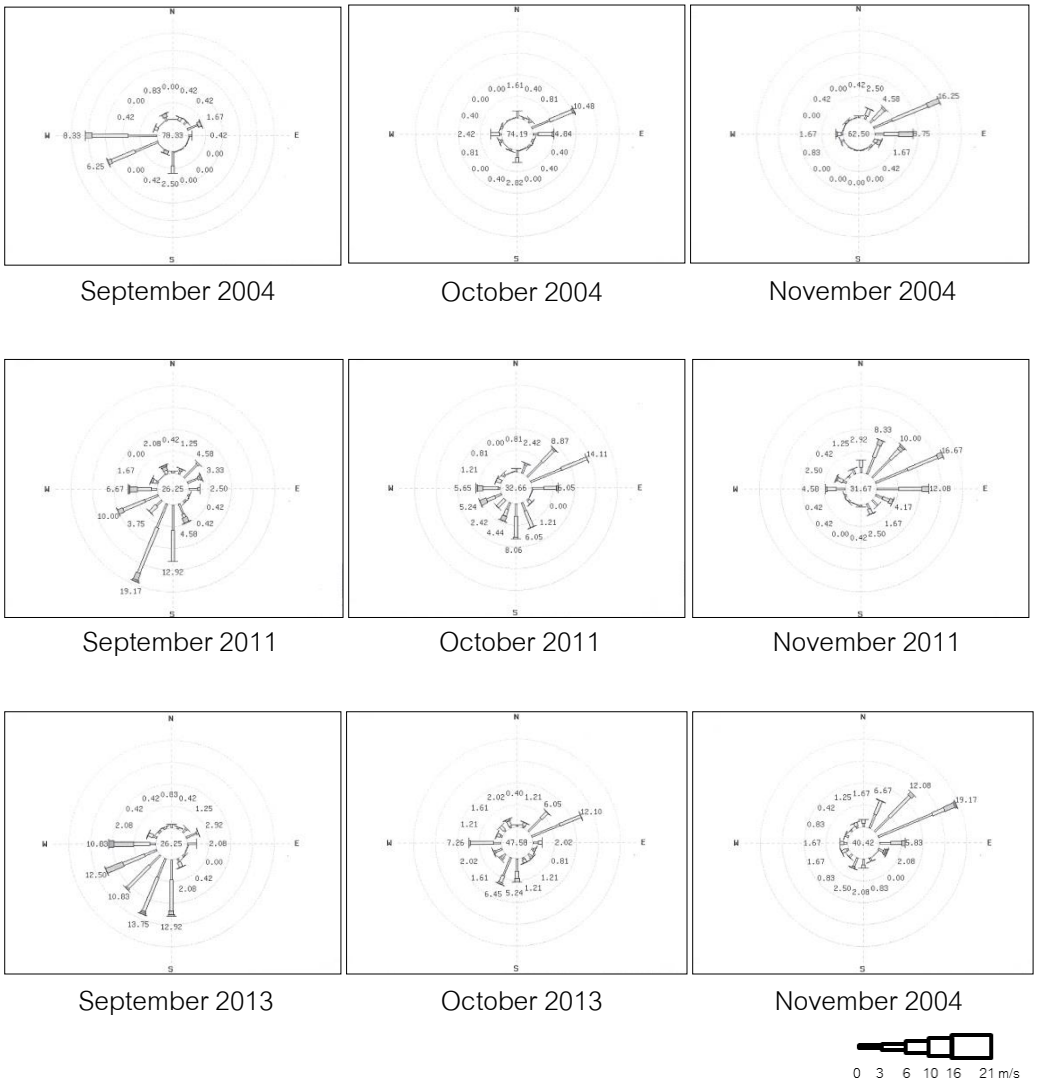


Figure 3 Rose diagrams of wind velocity during September to November in year 2004, 2011 and 2013 (Thai Meteorological department, 2557).

การพยากรณ์ความสูงคลื่นทะเลจากขนาดความเร็วลมและความลึกน้ำในเขตน้ำตื้น (Arthur, 1966; มณฑล และธัญญานุช, 2556) สามารถประมาณความสูงคลื่นนัยสำคัญที่น่าจะเกิดบริเวณหาดประพาสจากข้อมูลผลการศึกษาได้คือความสูงคลื่นนัยสำคัญจะมีค่าประมาณ 0.5-0.8 เมตร และมีคาบเวลาประมาณ 3-4 วินาที เมื่อความเร็วลมไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาทีและความลึกน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลหาดประพาสประมาณ 3-5 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับความสูงคลื่นนัยสำคัญที่บันทึกได้จากชุดวัดความลึกน้ำบริเวณหาดประพาสระหว่างวันที่ 30 ตุลาคม และ 2 พฤศจิกายน 2555

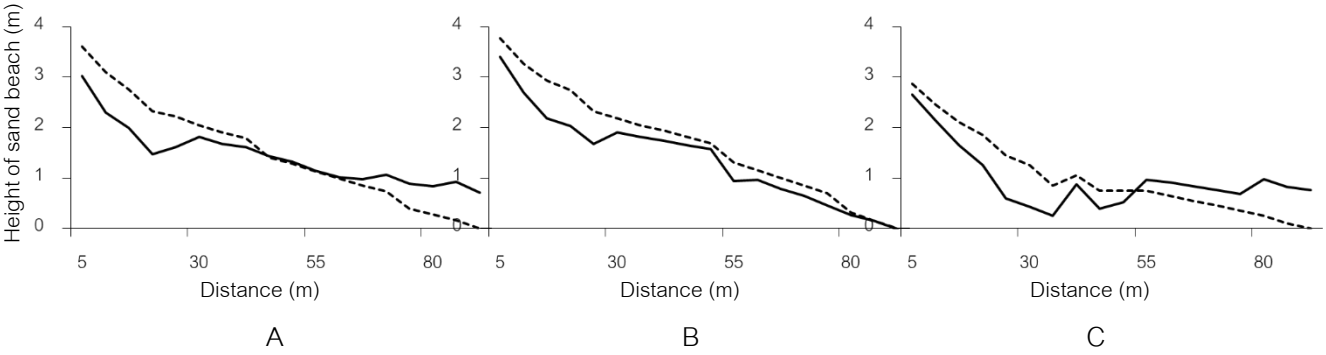


Figure 4 The comparative of beach profile on 30 October 2012 (dashed line) and 2 November 2012 (solid line).

การเปรียบเทียบความลาดเอียงของหาดทรายตามแนวสำรวจ A, B และ C ที่ปักไม้ไผ่ทุกระยะ 5 เมตร จากจุดเริ่มต้นเป็นระยะทางรวม 90 เมตรตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทะเลพบการกัดเซาะ การสะสมตัว และมีสภาพคงตัวทั้ง 3 แนวสำรวจ แบ่งระยะแนวสำรวจเป็นระยะตั้งแต่จุดเริ่มต้นสำรวจถึงระยะ 50 เมตร พบการกัดเซาะทั้ง 3 แนวสำรวจ และที่ระยะตั้งแต่ 50 -90 เมตร พบการสะสมตัวในแนวสำรวจ A และ C และพบมีสภาพคงตัวในแนวสำรวจ B โดยทั้ง 3 แนวสำรวจการกัดเซาะจะเกิดบริเวณใกล้จุดเริ่มสำรวจหรือแนวฝั่งเป็นส่วนใหญ่ซึ่งเป็นบริเวณที่คลื่นกระทบฝั่งโดยตรงขณะน้ำขึ้นสูงสุดในแต่ละวัน และเป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณที่หาดทรายถูกกัดเซาะนี้หาดจะมีความชันมาก ขณะที่บริเวณห่างมากกว่า 50 เมตรจากจุดเริ่มการสำรวจหาดมีความลาดชันน้อยกว่าพบการสะสมตัวและมีสภาพคงตัวของตะกอนเกิดขึ้นดัง Figure 4 เมื่อนำผลการสำรวจมาคำนวณหาปริมาณการเปลี่ยนแปลงหาดทรายระหว่างวันที่ 30 ตุลาคม 2555 ถึง 2 พฤศจิกายน 2555 พบอัตราการกัดเซาะหาดทรายประมาณ 0.1-0.15 เมตร^{3}ต่อวันที่ระยะจากจุดเริ่มสำรวจถึงระยะ 50 เมตร และพบการสะสมและมีสภาพคงตัวของตะกอน 0-0.15 เมตร^{3}ต่อวันที่ระยะมากกว่า 50 เมตรจากจุดเริ่มสำรวจดัง Table 2

Table 2 The coastal change rate during 30 October to 2 November 2012.

Line survey	Coastal change rate (m^3/day)	
	Distance 0-50 m	Distance 50-90 m
A	Erosion (0.15)	Deposition (0.15)
B	Erosion (0.10)	Stable (0)
C	Erosion (0.15)	Deposition (0.44)

รายงานของสำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล (2550) ระบุว่าในปี 2548 บริเวณจังหวัดระนองถึงภูเก็ตพบลักษณะตะกอนดินมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 0.07-0.34 มิลลิเมตร เป็นทรายและทรายปนโคลน จากการสำรวจด้วยชุดดักตะกอนระหว่างวันที่ 30 ตุลาคมถึง 2 พฤศจิกายน 2555 ณ ตำแหน่ง N09°22′51.96″ E98°23′45.03″ N09°22′21.48″ E98°23′47.13″ และ N09°21′50.1″ E98°23′45.03″ พบตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลมีขนาด 0.063-0.125 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นตะกอนทรายละเอียด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาดังกล่าว

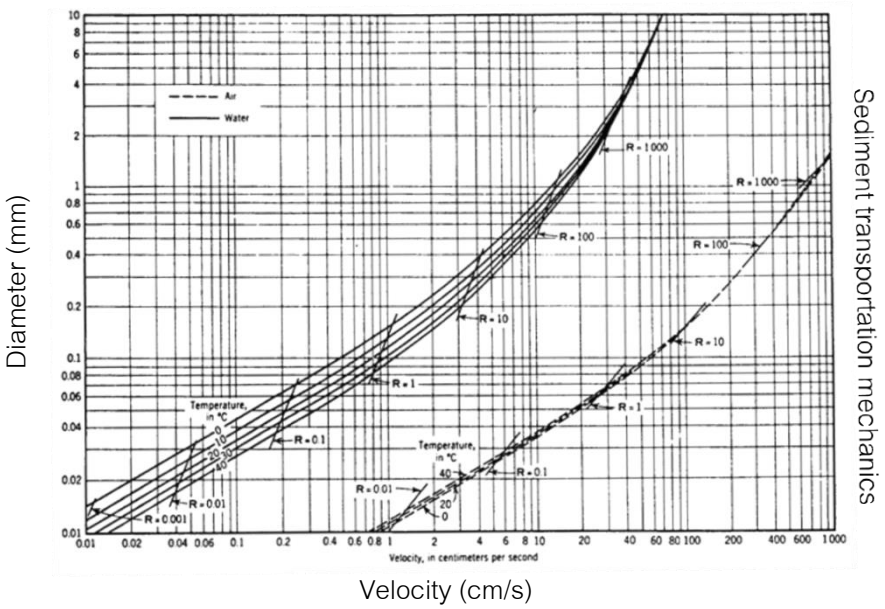


Figure 5 Fall velocity or quartz spheres in air and water (Vanoni, 1977).

แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะกอนของควอร์ตหรือตะกอนทรายในน้ำกับอัตราเร็วน้ำ (Vanoni, 1977) ทำให้ทราบว่าที่อัตราเร็วน้ำทะเลประมาณ 1-10 เซนติเมตรต่อวินาที ตะกอนของควอร์ตหรือตะกอนทรายที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.1-0.5 มิลลิเมตรสามารถขยับและเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นเป็นการยืนยันได้ว่าในภาวะปกติทั่วไปที่ตะกอนทรายละเอียดบริเวณหาดประพาสที่มีขนาดตะกอนแขวนลอยประมาณ 0.063-0.125 มิลลิเมตรสามารถเคลื่อนย้ายไปพร้อมกับมวลน้ำได้ ยิ่งลักษณะภูมิประเทศของหาดประพาสที่ทอดตัวในแนวเหนือใต้ตั้งรับลมและคลื่นทะเล ประกอบกับชายฝั่งทะเลเป็นหาดทรายละเอียดด้วยจะเกิดการเคลื่อนที่ไปมาของทรายเหล่านั้นจากปัจจัยของลม กระแสน้ำ และคลื่นทะเลได้ เมื่อปัจจัยเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงของปีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลทั้งตำแหน่งและเวลาโดยธรรมชาติจะพยายามปรับตัวให้เข้าสู่สมดุลใหม่ตามสภาพแวดล้อมของแต่ละช่วงเวลา

สรุป

1. หาดประพาสมีการเปลี่ยนแปลงชายหาดอย่างต่อเนื่อง ระหว่างปี 2537 ถึง 2556 บางบริเวณเกิดการกัดเซาะ บางบริเวณเกิดการสะสมตัว และบางบริเวณมีสภาพคงตัว บริเวณปากคลองกำพวนเกิดการสะสมของทรายเป็นแนวสันทราย ทำให้ร่องน้ำและปากคลองเปลี่ยนตำแหน่งขยับขึ้นไปทางด้านเหนือ บริเวณ

ตอนกลางหาด ทรายเคลื่อนที่ไปมาตามลักษณะพื้นที่และเวลา ส่วนด้านทิศใต้ของหาด ซึ่งติดกับแนวกองหินพบสภาพชายหาดคงตัวเกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเพียงเล็กน้อย

2. เดือนตุลาคมมีลมพัดในทิศตะวันออกเฉียงเหนือสลับกับพัดในทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้วยความเร็วลมประมาณ 3-10 เมตรต่อวินาที เดือนกันยายนมีลมตะวันตกเฉียงใต้พัดด้วยความเร็วลมประมาณ 3-16 เมตรต่อวินาที เดือนพฤศจิกายนมีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดด้วยความเร็วลมประมาณ 3-10 เมตรต่อวินาที
3. ช่วงเวลาปกติคลื่นทะเลบริเวณหาดประพาสในช่วงเดือนตุลาคมมีความสูงคลื่นนัยสำคัญประมาณ 0.1-0.7 เมตร และมีคาบเวลาประมาณ 1-3 วินาที ขนาดตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเล 0.063-0.125 มิลลิเมตรหรือทรายละเอียด ด้วยอัตราเร็วน้ำทะเลประมาณ 1-10 เซนติเมตรต่อวินาทีสามารถเคลื่อนย้ายตะกอนแขวนลอยเหล่านี้ให้เคลื่อนที่ไปพร้อมกับน้ำทะเลได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่อนุเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมและกรมอุตุนิยมวิทยาที่อนุเคราะห์ข้อมูลความเร็วลม ขอบคุณคุณสมโภชน์ นิ้มสันติเจริญ, คุณภัคศรัณย์ จรดล, คุณรตี นฤภัย, คุณกังสดาล ตุพิภาค และเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งจังหวัดระนอง ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2557. **ข้อมูลอากาศ**. แหล่งที่มา: http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/main/index.asp, 20 กุมภาพันธ์ 2557

ปริทัศน์ เจริญสิทธิ์. 2550. **การสำรวจพื้นที่กัดเซาะฝั่งทะเลในฤดูมรสุมบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ตั้งแต่จังหวัดชุมพรถึงจังหวัดปัตตานีระหว่างเดือนธันวาคม 2549 – มกราคม 2550**, ฉบับที่ 28. 79 หน้า.

มณฑล อนงค์พรยศกุล และธัญญานุช อินแตง. 2556. การพยากรณ์ความสูงคลื่นที่เกิดจากลมบริเวณพื้นที่น้ำตื้นอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี, น.396-403. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน. 2555. **สถานภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง พ.ศ. 2550-2554**. 185 หน้า.

สิน สินสกุล และคณะ. 2545. **การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย**. 173 หน้า.

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. 2550. **ผลกระทบของสึนามิต่อสภาวะการประมงทะเล**. 241 หน้า.

Arthur, T.I. 1966. **Estuary and coastline hydrodynamics**. McGraw-Hill Book Company, Inc. USA.

Siripong, A. 2009. The problems of coastal erosion in Thailand, p54. *In* **CU Solving Coastal Erosion Problems in Thailand Meeting**. Chulalongkorn University. Bangkok.

Vanoni, A.V. 1977. **Sedimentation engineering.** American Society of Civil Engineers. New York.

ไบรโอซัวทะเลบริเวณหมู่เกาะรัง อำเภอเกาะกูด จังหวัดตราด

Marine Bryozoans from Rang Islands, Amphoe Ko Kut, Trat, Thailand

บรรณวิชญ์ แพงสุข[1] ชนวัฒน์ ตันติวรานุรักษ์[2] สุเมตต์ ปุจฉาการ[3*] Masato Hirose[4] และ วรัญญา ซอนคำ[3]

Bunnavit Pangsuk[1], Chanawat Tuntiwaranuruk[2], Sumaiit Putchakarn[3*], Masato Hirose[4] and Waranya Sonkam[3]

บทคัดย่อ

การสำรวจความหลากหลายทางชนิดของไบรโอซัวทะเล บริเวณหมู่เกาะรัง อำเภอเกาะกูด จังหวัดตราด จำนวน 3 จุดสำรวจ ได้แก่ 1) หินกระเดื่อง 2) กองหินฝ้อง และ 3) เกาะสองพี่น้อง โดยดำน้ำแบบเครื่องช่วยหายใจใต้น้ำ โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างไบรโอซัวที่เกาะติดตามวัตถุใต้น้ำบนพื้นทราย, กองหินใต้น้ำ และแนวปะการัง ในวันที่ 9 มกราคม และวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2558 พบว่าในพื้นที่ศึกษาพบไบรโอซัวทะเลจำนวน 2 ชั้น 2 อันดับ 10 วงศ์ 11 สกุล และ 12 ชนิด ได้แก่ *Tubulipora* sp., *Scrupocellaria* sp., *Onychocella* sp., *Puellina vulgaris*, *Trypostega henrychaneyi*, *Parasmittina parsevalii*, *Arthropoma* sp., *Calyptotheca* sp., *Rhynchozoon splenden*s, *Rhynchozoon* sp., *Plesiocleidochasma* sp. และ*Thornelya* sp. ในจำนวนนี้พบไบรโอซัวทะเลที่ยังไม่ได้รายงานในน่านน้ำไทยจำนวน 9 สกุล 10 ชนิด

ABSTRACT

Species diversity of marine bryozoan was investigated along the Rang Islands, Amphoe Ko Kut, Trat province, Thailand. Specimens were randomly collected by SCUBA diving at three sampling sites, composed of 1) Kraduean submersible rock, 2) Hin Kong submersible rock and 3) Song Phi Nong Island, on 9 and 11 January 2015. The result showed that 2 classes, 2 orders, 10 families and 11 genera 12 species, namely *Tubulipora* sp., *Scrupocellaria* sp., *Onychocella* sp., *Puellina vulgaris*, *Trypostega henrychaneyi*, *Parasmittina parsevalii*, *Arthropoma* sp., *Calyptotheca* sp., *Rhynchozoon splenden*s, *Rhynchozoon* sp., *Plesiocleidochasma* sp. and *Thornelya* sp. from this record, 9 genera 10 species were new recorded in Thai Waters.

Key Words: Bryozoa, Biodiversity, Gulf of Thailand, Rang Islands, Trat

*Corresponding author; e-mail address: sumait@buu.ac.th

[1]สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, จังหวัดชลบุรี

[1]Biological Science Program, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri

[2]ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, จังหวัดชลบุรี

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri

[3]สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20131

[3]Institute of Marine Science, Burapha University, Saen Suk, Maung, Chon Buri, 20131

[4]Coastal Ecosystem Restoration, International Coastal Research Center, Atmosphere and Ocean Research Institute University of Tokyo 5-1-5, Kashiwanoha, Kashiwa-shi, Chiba 277-8564, Japan

คำนำ

ไบรโอซัว (Phylum Bryozoa หรือ Ectoprocta) เป็นสัตว์โบราณที่มีช่องว่างในลำตัวที่แท้จริง จัดอยู่ในกลุ่มสัตว์ที่มีอวัยวะเฉพาะสำหรับกรองอาหารและแลกเปลี่ยนก๊าซที่เรียกว่า โลโฟฟอร์ (Lophophore) พบอาศัยอยู่ได้ทั้งน้ำจืดและน้ำทะเล เป็นสัตว์ที่เกาะติดกับที่และทุกชนิดอยู่รวมกันเป็นโคโลนี (Colony) โดยไบรโอซัวแต่ละตัว (Zooid) จะอยู่ภายในโครงสร้างแข็ง ซึ่งเป็นโครงสร้างภายนอกที่เป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตหรือไคติน โครงสร้างนี้มีรูปร่างเป็นกล่อง หรือท่อ ซึ่งอาจมีฝาปิด (Operculum) ส่วนมากโคโลนีของไบรโอซัวมีรูปร่างแบนและเคลือบติดกับก้อนหิน สาหร่ายทะเล เปลือกหอยหรือวัสดุอื่น ไบรโอซัวบางชนิดพบตามพื้นทรายหรือโคลน บางชนิดแตกกิ่งก้านสาขามีรูปร่างคล้ายต้นไม้ สัตว์กลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญทางระบบนิเวศในแง่การลดมลภาวะทางตะกอนในน้ำและใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ทางสภาพแวดล้อมทางทะเลได้เป็นอย่างดีเนื่องจากเป็นสัตว์กรองกินและสามารถแพร่กระจายอยู่ได้ทุกน่านน้ำและทุกเขตภูมิศาสตร์ของโลก (Ryland, 1982; Tilbrook, 2012) ในปัจจุบันสภาพแวดล้อมทางทะเลบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออกกำลังอยู่ในสถานการณ์ที่น่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง เนื่องจากบริเวณนี้รัฐบาลมีนโยบายในการที่จะพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งเป็นนิคมอุตสาหกรรมและท่าเรือน้ำลึกเพื่อการขนส่งทางทะเล บริเวณนี้ยังได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์มาตั้งแต่อดีต เช่น การประมงที่เกินกำลังการผลิต การท่องเที่ยว ปัญหาน้ำทิ้งจากชุมชน การก่อสร้างชายฝั่ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเลลดลง เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตแทนที่สิ่งมีชีวิตเดิมที่ไม่อาจจะทนต่อสภาวะแวดล้อมใหม่ได้ ขณะที่การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ทะเลกลุ่มนี้ในประเทศไทยมีอยู่น้อยและเพิ่งเริ่มต้นเท่านั้น ในรายงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความหลากหลายทางชนิดของไบรโอซัวที่อาศัยอยู่ในถิ่นที่อยู่อาศัยต่างๆ ในบริเวณหมู่เกาะรัง อำเภอเกาะกูด จังหวัดตราด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในพื้นที่ศึกษาของจังหวัดตราด ประจำปีงบประมาณ 2558 ของโครงการวิจัยเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มสัตว์ทะเลที่มีโลโฟฟอร์ (Lophophorates) บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของไทย” ผลการศึกษาจะเป็นองค์ความรู้ใหม่และข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเลของสัตว์ทะเลที่มีโลโฟฟอร์ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถนำไปพัฒนาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางทะเลนี้ในด้านต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพและนำไปเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นๆ ในบริเวณอ่าวไทยและเขตภูมิภาคทางทะเลอื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจภาคสนาม คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างไบรโอซัวทะเล บริเวณชายฝั่งทะเลหมู่เกาะรัง อำเภอเกาะกูด จังหวัดตราด จำนวน 3 จุดสำรวจ ได้แก่ 1) หินกระเดื่อง 2) กองหินฆ้อง และ 3) เกาะสองพี่น้อง ระหว่างวันที่ 9 มกราคม 2558 และวันที่ 11 มกราคม 2558 โดยการดำน้ำแบบเครื่องช่วยหายใจใต้น้ำ (SCUBA diving) สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างในเวลากลางวัน ตามแหล่งที่อยู่อาศัยของไบรโอซัว เช่น บริเวณพื้นทราย เศษซากปะการัง ก้อนหิน เปลือกหอย และวัสดุแข็งที่ไบรโอซัวสามารถอาศัยอยู่ได้ ที่ระดับความลึกประมาณ 9-18 เมตร บันทึกภาพใต้น้ำ ตัวอย่างที่ได้นำมาล้างทำความสะอาดตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ร้อยละ 2 แล้วเก็บรักษาตัวอย่างโดยการทำแห้งด้วยการผึ่งให้แห้งในบริเวณที่อากาศถ่ายเทสะดวก หรือทำการสลบและเก็บรักษาตัวอย่างด้วยเอธานอลร้อยละ 70 จุดเก็บตัวอย่างและลักษณะทั่วไปของพื้นที่เก็บตัวอย่างได้แสดงไว้ใน Figure 1 และ Table 1

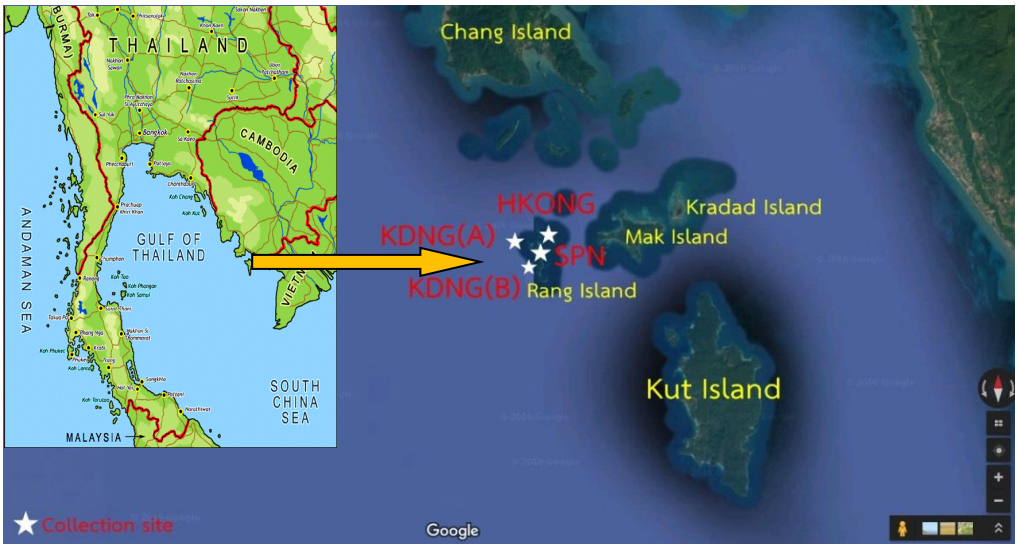


Figure 1 Map showing the locations of the collection sites along the Rang Islands, Trat Province

Table 1 Locality and characteristics of sampling collection sites along the Rang Islands, Trat Province

Locality code	Location	Date	Reef condition
SPN-01	Song Phi Nong Island	9 Jan. 2015	Sandy bottom, massive shell dominant, depth 9.7 m.
KDNG(A)-01	Hin Kradueang(A)	9 Jan. 2015	Submersible rock, massive shell dominant, depth 14 m.
KDNG(B)-01	Hin Kradueang(B)	9 Jan. 2015	Submersible rock, massive shell dominant, depth 14 m.
HKONG-01	Hin Kong	11 Jan. 2015	Submersible rock, massive shell dominant, depth 18.6 m.

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาทางอนุกรมวิธานของตัวอย่างไบรโอซัว โดยประยุกต์วิธีการของ Florence *et al.* (2007) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope) ณ ห้องปฏิบัติการอนุกรมวิธาน สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา และบันทึกภาพตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด LEO รุ่น LEO 1450 VP (Scanning Electron Microscope) ณ ศูนย์กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา นำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงที่เก็บรวบรวมไว้และข้อมูลจาก International Bryozoology Association (IBA) และ World Register of Marine Species (WoRMS Editorial Board, 2016) เพื่อตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างไบรโอซัวทะเลบริเวณหมู่เกาะรัง อำเภอเกาะกูด จังหวัดตราด ระหว่างวันที่ 9 และ 11 มกราคม พ.ศ. 2558 พบไบรโอซัวรวมทั้งสิ้น 2 ชั้น 2 อันดับ 10 วงศ์ 11 สกุล 12 ชนิด ดังต่อไปนี้

Taxonomic Account

Class Stenolaemata Borg, 1926

Order Cyclostomatida Busk, 1852

ลักษณะที่สำคัญ Zooid เป็นรูปท่อซึ่งโครงสร้างที่เชื่อมต่อกันระหว่าง Zooid มีความหลากหลายของรูปแบบภายนอกซึ่งส่วนมากโครงสร้างของ Zooid จะเป็นหินปูนและมีรู แต่เมื่อไม่มีรูจะมีรูปแบบของ pseudopores บางครั้งโคโลนีเป็นแบบตั้งตรง และกิ่งก้าน หรือเคลือบอยู่ตามพื้นผิวของเปลือกหอย, ก้อนหิน และสาหร่าย หรือนูนขึ้น, ในกลุ่มที่เป็นแบบโคโลนีแบบกิ่งมักจะเชื่อมกันกันโดย internode ที่ช่วยในการยืดหยุ่น

Family Tubuliporidae Johnston, 1838

***Tubulipora* sp.** (Figure 2A)

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา HKONG-01, 2, เคลือบบนเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 18.6 เมตร; หินฆ้อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบเคลือบเป็นรูปคล้ายพัดแยกออกจากกันเป็น 2 ทาง, Zooid เป็นแบบท่อยกตัวสูงขึ้นบางครั้งเรียงตัวอยู่ติดกันบริเวณขอบมีรอยหยัก, มีรูพรุนบริเวณรอบ Orifice, ด้านปลายของ Zooid จะตัดตรง. ห้องฟัก (Ovicell) เป็นรูปไข่ยาว 0.5 มิลลิเมตรกว้าง 0.3 มิลลิเมตรมีรูอยู่บนพื้นผิว, Orifice เป็นรูปท่อยกตัวสูง, Ooeciostome เป็นรูขนาดเล็กประมาณครึ่งของ Orifice อยู่บริเวณด้านบนห้องฟัก

หมายเหตุ Ooeciostome ไม่ชัดเจนและโคโลนีมีการเจริญไม่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถจำแนกในระดับชนิดได้

Class Gymnolaemata Allman, 1856

Order Cheilostomatida Busk, 1852

ลักษณะที่สำคัญ โคโลนีหลากหลายแบบ เช่น แบบเคลือบ แบบตาข่าย หรือเป็นกิ่งก้าน, Zooids เป็นช่องเหลี่ยมที่มีผนังหินปูนยกตัวสูงขึ้น, Orifice อยู่ทางด้านหน้าตรงปลาย, Zooid เชื่อมต่อกันด้วยรู (Pores) ที่ลักษณะต่างกัน, ตัวอ่อนมักจะถูกฟักอยู่ในช่องที่เรียกว่า Ovicell (Ryland, 1982) พบทั้งหมด 11 วงศ์ ดังต่อไปนี้

Family Candidae d'Orbigny, 1851

***Scrupocellaria* sp.** (Figure 2B)

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา HKONG-01, 5.1, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 18.6 เมตร; หินฆ้อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบกิ่ง, Autozooid มีขนาดใหญ่เป็นรูปไข่, Cryptocyst อยู่รอบ Opesia แคบและเรียบ. Scutum เป็นรูปวงกลมครอบคลุม Opesia ประมาณ 30 เปอร์เซนต์. มีหนาม 2 อันภายในและ 3 อันที่อยู่ภายนอก Orifice ปลายหนามจะสั้น, Avicularia มีสองแบบคือ Avicularia ที่อยู่บริเวณมุมด้านข้างของแต่ละ Autozooid; Avicularia ที่อยู่บริเวณตรงกลางกิ่ง, Ovicell เรียบและมีรูอยู่ด้านบน

หมายเหตุ ลักษณะที่ใช้จำแนกชนิดของตัวอย่างไม่สมบูรณ์จึงไม่สามารถจำแนกลงถึงระดับชนิดได้

Family Onychocellidae Jullien, 1882

***Onychocella* sp.** (Figure 2C)

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา KDNG(B)-01, 4.1, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ลึก 14 เมตร; หินกระเดื่อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีเป็นแบบเคลือบชั้นเดียว หรือหลายชั้น, Autozooid เป็นรูปวงรี ถึง รูปห้าเหลี่ยม, Cryptocyst พัฒนาได้ดี, มีตุ่มขนาดเล็กครอบคลุมพื้นผิวเรียงเข้าสู่กลาง Zooid, ไม่มี Gymnocyst. Opesia มีรูปร่างแตกต่างกันโดยมักจะเป็นรูปตัว D แต่บริเวณขอบจะโค้ง บางครั้งขอบของ Zooid ทับกัน, Vicarious avicularia มีหลากหลายขนาดโดยมักจะเป็นรูปเมล็ดข้าวขอบกลมยาว

หมายเหตุ ลักษณะของ Orifice แตกต่างกับชนิดอื่น จึงไม่สามารถจำแนกลงถึงระดับชนิดได้

Family Cribrilinidae Hincks, 1879

***Puellina vulgaris* Ryland and Hayward, 1992** (Figure 2D)

Puellina vulgaris: Ryland and Hayward (1992), p. 246

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา KDNG(B)-01, 5.5, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 14 เมตร; หินกระเดื่อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบเคลือบ, เปลือกด้านหน้าเป็นหินปูนหนา, Costae แบบรัศมีซึ่งเส้นรอบวงเชื่อมติดกับ Vestigial gymnocyst ทำให้นูนขึ้น และมีรูพรุนระหว่าง Costae ทำให้ขอบของ Sinus สมบูรณ์, Avicularia พัฒนาได้ดีโดยด้านปลายจะเชื่อมต่อกับ Mandibles , Orifice หนาเป็นรูปทรงกลม, Operculum เป็นหินปูนคลุม Orifice, มี Oral spine 7 อัน

Family Trypostegidae Gordon, Tilbrook and Winston, 2005

***Trypostega henrychaneyi* Tilbrook, 2006** (Figure 2E)

Trypostega henrychaneyi: Tilbrook (2006), p. 110.

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา KDNG(B)-01, 5.3, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 14 เมตร; หินกระเดื่อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบเคลือบบางชั้นเดียว, Autozooid เป็นรูปข้าวหลามตัดถึงรูปห้าเหลี่ยมแบบผิดปกติ ความยาว 0.3-0.4 มิลลิเมตร และกว้าง 0.25-0.30 มิลลิเมตร, ขอบโค้งแยกออกจากกันโดยร่อง, เปลือกด้านหน้าเรียบและมีรูพรุนทรงกลมขนาดเล็กประมาณ 80-90 รู, Orifice เป็นรูปลูกแพร์ยาวมากกว่ากว้างประมาณ 0.08 x 0.06 มิลลิเมตร, ลึก, poster ลึก, แคบ, เป็นรูปถ้วย, Condyles สั้นเป็นรูปสามเหลี่ยม, ไม่พบ Ovicell. Zooeciules มีรูพรุนตรงกลางมีรูขนาดใหญ่ยกตัวสูงขึ้นอยู่บริเวณด้านปลายของ Autozooid

Family Smittinidae Levinsen, 1909

***Parasmittina parsevalii* (Audouin, 1826)** (Figure 2F)

Parasmittina parsevalii: Louis (2006), p. 98

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา HKONG-01, 5.2, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 18.6 เมตร; หินฮ้อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบแคลือบ, ชั้นเดียว, Autozooid รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าบริเวณด้านหน้าโค้ง , ขอบของ Zooid แยกออกจากกันโดยเส้นหินปูนบางๆ และขอบของ Areola, Orifice เป็นรูปวงกลมหรือค่อนข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม,Peristome คล้ายท่อ, พบ oral spine 2-4 เส้น, Lyrules สั้นและปลายทู่, Condyles มีขนาดเล็กและโค้ง, Avicularia มี 2 ขนาดคือขนาดเล็กปลายแหลมและท้ายกลมพบเกือบทุก Zooid บางครั้งอยู่ด้านข้างปาก, Avicularia ขนาดใหญ่คล้ายรูปใบพายปลายทั้งสองข้างกลม

หมายเหตุ ตัวอย่างไบรโอซัวไม่พบ Ovicell

Family Lacernidae Jullien, 1888

***Arthropoma* sp.** (Figure 2G)

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา HKONG-01, 2.1, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 18.6 เมตร; หินฮ้อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบเคลือบชั้นเดียวบาง, Autozooid เป็นรูปห้าเหลี่ยมถึงรูปหกเหลี่ยมโค้ง, มีรูพรุนบริเวณเปลือกด้านหน้าแต่เปลือกด้านล่าง Sinus ถึงท้ายเปลือกเป็นแนวยาวไม่มีรูพรุน ยาว 0.6-0.7

มิลลิเมตร และกว้าง 0.4-0.5 มิลลิเมตร, Primary orifice เป็นรูปตัว D, กว้างมากกว่ายาว, บริเวณ Sinus แคบ, ไม่มี Avicularia. มีหนามบริเวณปาก 4 อัน, Ovicell พื้นผิวขรุขระเป็นรูพรุน

หมายเหตุ พื้นที่ว่างบริเวณกลางลำตัวแนวตั้งของตัวอย่างแตกต่างจากชนิดอื่น จึงไม่สามารถจำแนกระดับชนิดได้

Family Lanceoporidae Harmer, 1957

***Calyptotheca* sp.** (Figure 2H)

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา KDNG(B)-01, 4.1, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 14 เมตร; หินกระเดื่อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบเคลือบชั้นเดียว, Autozooid เป็นรูปห้าเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอยาว 0.3-0.4 มิลลิเมตร และกว้าง 0.2-0.3 มิลลิเมตร, เปลือกด้านหน้าโค้งหนา, มีรูกลม ถึงวงรีขนาดเล็กครอบคลุมประมาณ 29-47 รู และขยายใหญ่ขึ้นเมื่อใกล้กับขอบโดยบริเวณขอบจะยกตัวสูงขึ้น, Primary orifice เป็นรูปลูกแพร์ กว้างและยาวประมาณ 0.11 x 0.11 มิลลิเมตร, Sinus เป็นรูปตัว U, Condyles มีขนาดใหญ่มีซี่ฟัน 3 ซี่, Avicularia มีขนาดเล็กคล้ายรูปหยดน้ำกลับหัวอยู่ใกล้กับ Sinus, บริเวณด้านปลายยกสูงขึ้นชี้ไปทางด้านท้ายของ Zooid, Opesia เป็นรูปไข่บริเวณด้านปลายเป็นรูปใบไม้ที่มีบานพับสมบูรณ์, Rostrum เป็นรูปสามเหลี่ยม

หมายเหตุ ตัวอย่างไบรโอซัวมีรูปร่างของ avicularia แตกต่างจากชนิดอื่นจึงไม่สามารถจำแนกชนิดได้

Family Phidoloporidae Gabb and Horn, 1862

***Rhynchozoon splendens* Hayward, 1988** (Figure 2I)

Rhynchozoon splendens: Tilbrook, Hayward and Gordon (2001), p. 73.

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา HKONG-01, 8, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 18.6 เมตร; หินฆ้อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบเคลือบ, ชั้นเดียวหรือหลายชั้น, Autozooid เป็นรูปไข่ถึงรูปห้าเหลี่ยมโค้งและแยกออกจากกันโดยร่อง, Zooid ยาว 0.37-0.45 มิลลิเมตร และกว้าง 0.25-0.30 มิลลิเมตร, เปลือกด้านหน้ามีขนาดใหญ่และมีรูบริเวณขอบ, มีตุ่มกลมขนาดเล็กบน Zooid, Primary orifice มีขนาด 0.12 มิลลิเมตร กว้างมากกว่ายาว, sinus สั้นเป็นรูปตัว U, Condyles มีความกว้างเป็นครึ่งหนึ่งของ orifice, ขอบของ Orifice มีฟันเป็นรูปลูกบิดยาว, Sinus สั้นเป็นรูปตัว U, ขอบปากหนายื่นออก, Suboral avicularium อยู่ใกล้กับขอบปากเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายตะขออยู่ภายในปาก และ Avicularia อีกหนึ่งอันอยู่บน Zooid เป็นรูปสามเหลี่ยมโดยปกติจะมี 1 อันต่อ 1 Autozooid. Ovicell ค่อนข้างยาวและแบน

***Rhynchozoon* sp.** (Figure 2J)

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา HKONG-01, 4.3, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 18.6 เมตร; หินฆ้อง หมู่เกาะรัง

ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบเคลือบ, หลายชั้น, Autozooid เป็นรูปไข่ถึงรูปห้าเหลี่ยม บริเวณขอบแยกออกจากกันโดยผนังที่ยกตัวสูง, เปลือกด้านหน้าโค้งและมีตุ่มกลมขนาดเล็กบริเวณผนังด้านหน้า, Primary orifice กลม กว้างมากกว่ายาว บริเวณขอบมีฟันขนาดเล็กกลม, Sinus รูปร่างคล้ายถ้วย, Condyles มีรูปร่างคล้ายลูกบิดยื่นออก, ไม่มีหนามบริเวณปาก, Suboral avicularium ส่วนใหญ่พบ 1 อันอยู่บน Autozooid, Rostrum เป็นรูปสามเหลี่ยมบริเวณด้านปลายคล้ายตะขอ, Ovicell กลม, ด้านหน้าเรียบ

หมายเหตุ zooid ยังไม่เติบโตเนื่องจากตัวอย่างอยู่ในช่วงวัยรุ่นจึงไม่สามารถจำแนกชนิดได้

Plesiocleidochasma sp. (Figure 2K)

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา HKONG-01, 6.6, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 18.6 เมตร; หินฆ้อง หมู่เกาะรัง
ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบเคลือบชั้นเดียว, Autozooid เป็นรูปห้าเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอ, Primary orifice เป็นรูคล้ายรูกุญแจ มีขนาดใหญ่ส่วนใหญ่เป็นรูปวงกลม, Anter เรียบ, เล็ก, ลึก รูปร่างคล้ายลูกศร, มีหนามบริเวณปาก 3 อัน, มีตุ่มขนาดเล็กบนเปลือกด้านหน้า, Avicularia มีขนาดเล็กมี 1 อันหรือ 2 อัน ชี้ไปทางด้านขอบ, Rostrum เป็นรูปสามเหลี่ยมแหลมลักษณะคล้ายใบไม้แผ่นบานพับสมบูรณ์
หมายเหตุ หนามบริเวณปากมีจำนวนที่แตกต่างกับชนิดในปัจจุบันจึงไม่สามารถจำแนกชนิดได้

Family Hippopodinidae Levinsen, 1909

Thornelya sp. (Figure 2L)

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา HKONG-01, 6.5, เคลือบเปลือกหอยฝาคู่, ความลึก 18.6 เมตร; หินฆ้อง หมู่เกาะรัง
ลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญ โคโลนีแบบเคลือบชั้นเดียว, Autozooid รูปสี่เหลี่ยมบิดเบี้ยวถึงรูปห้าเหลี่ยม, Zooid ยาวมากกว่ากว้าง, Primary orifice เป็นรูประฆังค่อนข้างกว้าง แต่ขอบจะแคบ, Condyles ชัดเจน, มีหนามบริเวณปาก 3-4 อัน, เปลือกด้านหน้ามีรูพรุน, Avicularia เป็นรูปสามเหลี่ยมขนาดเล็กเมื่อเทียบกับZooid จำนวน 3 อันโดย 2 อันอยู่ด้านข้างของปาก และอีก 1 อันอยู่บน Ovicell, Ovicell มีขนาดใหญ่ กว้างมากกว่ายาว
หมายเหตุ จำนวนรูและหนามบริเวณปากแตกต่างจากชนิดอื่น จึงไม่สามารถจำแนกถึงระดับชนิดได้

จากการศึกษาความหลากหลายทางชนิดของไบรโอซัวทะเลบริเวณเกาะกระเดื่อง หินฆ้อง และเกาะสองพี่น้อง หมู่เกาะรัง อำเภอเกาะกูด จังหวัดตราด พบไบรโอซัวทะเลจำนวน 12 ชนิด สอดคล้องกับ Ryland and Hayward (1992) และ Tilbrook (2012) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ไบรโอซัวเป็นสัตว์ที่สามารถแพร่กระจายอยู่ได้ทุกเขตภูมิศาสตร์ และพบได้หลากหลายในบริเวณแนวปะการังและระบบนิเวศทะเลน้ำตื้น ซึ่งการแพร่กระจายของไบรโอซัวบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ มักพบเกาะติดอยู่ตามซากเปลือกหอยฝาคู่มากกว่าที่จะไปอาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดของไบรโอซัวทะเลจากการศึกษาครั้งนี้ในจังหวัดตราดกับการศึกษาในจังหวัดชลบุรีของวรัญญาและคณะ (2558) และจังหวัดระยองของบรรณวิชญ์และคณะ (2559) พบจำนวนชนิดที่เพิ่มขึ้นจากเดิมเพิ่มเติมอีกจำนวน 9 สกุล 10 ชนิดได้แก่ *Tubulipora sp., Trypostega henrychaneyi*, *Parasmittina parsevalii*, *Puellina vulgaris*, *Arthropoma* sp., *Calyptotheca* sp., *Rhynchozoon splendens*, *Rhynchozoon* sp., *Plesiocleidochasma* sp. และ*Thornelya* sp. และขณะนี้พบไบรโอซัวทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของไทยในจังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดตราดรวมทั้งหมดแล้วจำนวน 22 สกุล 31 ชนิด

ไบรโอซัวทะเลที่พบสามารถจำแนกชนิดลงไปถึงระดับชนิดจำนวน 4 ชนิดได้แก่ *Trypostega henrychaneyi, Parasmittina parsevalii, Puellina vulgaris, และ Rhynchozoon splendens* แต่ไบรโอซัวทะเลอีก 8 ชนิดที่เหลือจากการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถระบุถึงระดับชนิดได้เนื่องจากลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกชนิดของข้อมูลที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับลักษณะตัวอย่างที่พบ อีกทั้งโคโลนีตัวอย่างบางชนิดยังไม่เจริญสมบูรณ์เต็มที่ทำให้ขาดลักษณะสำคัญที่เกี่ยวการพัฒนาการ เช่น Ovicell และ Avicularia

สรุป

จากการศึกษาความหลากหลายของชนิดไบรโอซัวทะเลบริเวณหมู่เกาะรัง อำเภอเกาะกูด จังหวัดตราด จำนวน 3 จุดสำรวจ พบไบรโอซัวทั้งหมด 2 ชั้น 2 อันดับ 11 สกุล และ 12 ชนิด ในจำนวนนี้จาก 9 สกุล 10 ชนิด เป็นชนิดที่ยังไม่มีรายงานในน่านน้ำไทย ไบรโอซัวที่พบส่วนมากมีรูปทรงการเจริญแบบเคลือบและแพร่กระจายอยู่บนเปลือกหอยมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพของกลุ่มสัตว์ทะเลที่มีโลโฟฟอร์ (Lophophorates) บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของไทย” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 มหาวิทยาลัยบูรพาผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 151/2558 ขอขอบคุณ นางสาวพรพรรณ สีลาผอง นักวิทยาศาสตร์ประจำศูนย์กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาและนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ของสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพาที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

วรัญญา ซอนคำ Masato Hirose และ สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2558. **ไบรโอซัวบริเวณเกาะท้ายตาหมื่น หมู่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี**. หน้า 1427-1435. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บรรณวิชญ์ แพงสุข วรัญญา ซอนคำ Masato Hirose และ สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2559. **ไบรโอซัวบริเวณเกาะเสม็ด เกาะสะเก็ด และหาดสุชาดา จังหวัดระยอง**. หน้า 947-957. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 54 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Florence, W. K., P. J. Hayward and M. J. Gibbons. 2007. **Taxonomy of shallow water Bryozoa from the west coast of South Africa**. African natural history 3: 1-58.

International Bryozoology Association (IBA). 2014. **Recent and Fossil Bryozoa**. Available source: http://www.bryozoa.net/, February 21, 2014

Louis, S. 2006. **Taxonomy, Bionomics and Biofouling of Bryozoans from the Coasts of India and the Antarctic waters.** Ph.D. thesis, Cochin University of Science and Technology.

Ryland, J.S. 1982. Bryozoa. *In*: **Synopsis and classification of living organisms Vol. 2.** Sybil P. Parker (eds.). McGraw-Hill Company. New York. pp.743-769.

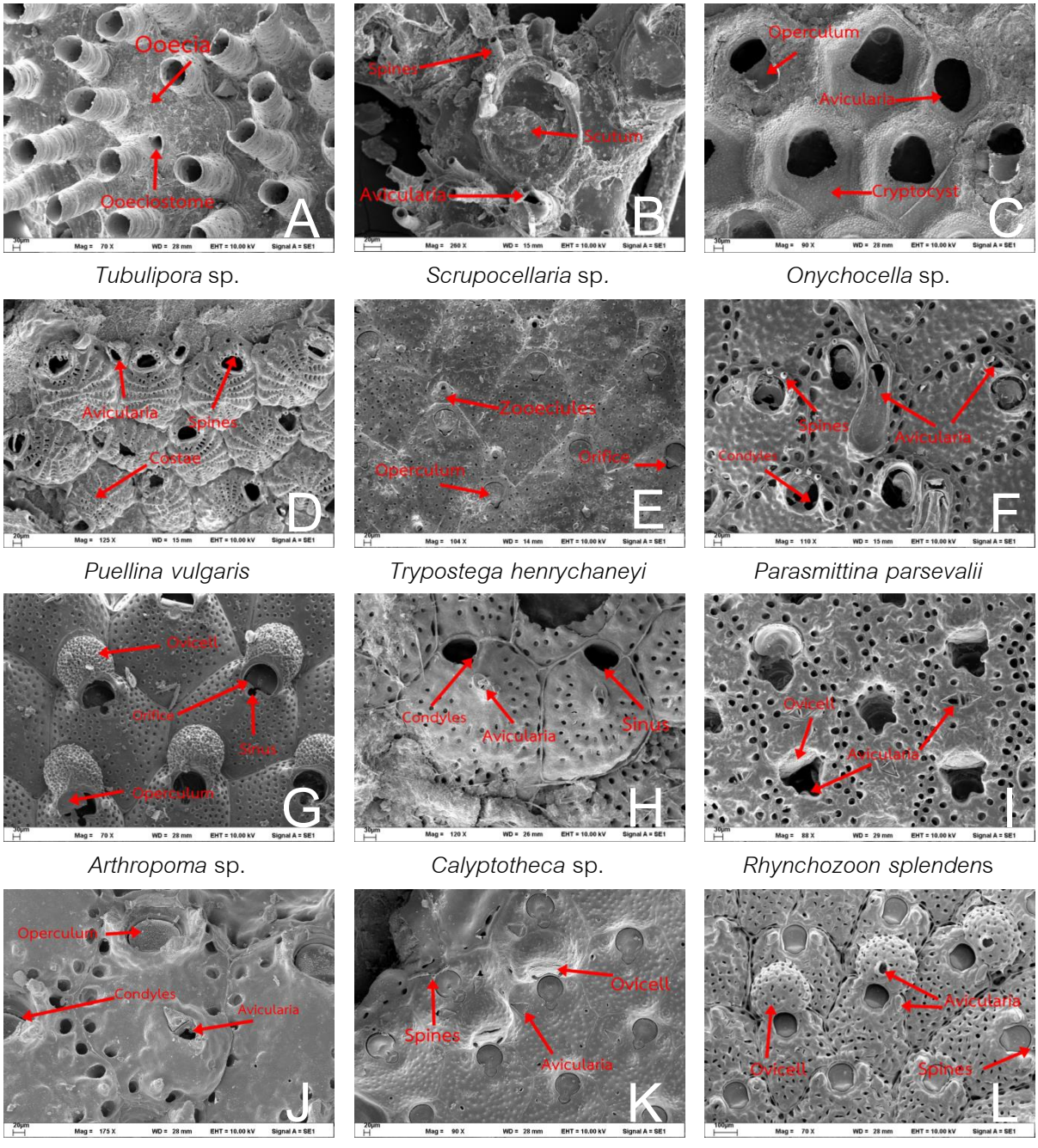
_____ and P.J. Hayward. 1992. **Bryozoa from Heron Island, Great Barrier Reef**. Memoirs of the Queensland Museum 32: 223-301.

Tilbrook, K.J. 2006. **Cheilostomatous Bryozoa from the Solomon Islands**. Santa Barbara Museum of Natural History Monographs 4 Studies in Biodiversity Number 3: 1-386.

_____. 2012. **Bryozoa, Cheilostomata: First records of two invasive species in Australia and the northerly range extension for a third**. Checklist 8(1): 181-183.

_____, P. J. Hayward and D. P. Gordon. 2001. **Cheilostomatous Bryozoa from Vanuatu**. **Zoological Journal of the Linnean Society** 131: 35-109.

WoRMS Editorial Board (2016). **World Register of Marine Species**. Available from http://www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-12-13. doi:10.14284/170



Tubulipora sp. *Scrupocellaria* sp. *Onychocella* sp.

Puellina vulgaris *Trypostega henrychaneyi* *Parasmittina parsevalii*

Arthropoma sp. *Calyptotheca* sp. *Rhynchozoon splendens*

Rhynchozoon sp. *Plesiocleidochasma* sp. *Thornelya* sp.

Figure 2 SEM photos of Bryozoan A) *Tubulipora* sp.; B) *Scrupocellaria* sp.; C) *Onychocella* sp.; D) *Puellina vulgaris*; E) *Trypostega henrychaneyi*; F) *Parasmittina parsevalii*; G) *Arthropoma* sp.; H) *Calyptotheca* sp.; I) *Rhynchozoon splendens*; J) *Rhynchozoon* sp.; K) *Plesiocleidochasma* sp.; L) *Thornelya* sp

ความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะชุมพร จังหวัดชุมพร

Species Diversity of Marine Sponges at Mu Ko Chumphon, Chumphon Province

สุเมตต์ ปุจฉาการ[1*]

Sumaitt Putchakarn[1*]

บทคัดย่อ

การสำรวจภาคสนามและเก็บตัวอย่างฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะชุมพร จังหวัดชุมพร ระหว่างวันที่ 24-26 กุมภาพันธ์ 2558 รวมทั้งสิ้น 9 สถานีสำรวจ โดยทำการเก็บตัวอย่างด้วยการดำน้ำแบบผิวน้ำและแบบใช้เครื่องช่วยหายใจใต้น้ำ สุ่มเก็บตลอดแนวสำรวจในเวลากลางวัน พบฟองน้ำทะเลจำนวน 48 ชนิด จาก 33 สกุล 25 วงศ์ 15 อันดับ ในจำนวนนี้พบฟองน้ำที่รายงานเป็นครั้งแรกในน่านน้ำไทย 1 ชนิดคือ *Jaspis* cf. *stellifera* และพบฟองน้ำที่พบครั้งแรกในพื้นที่หมู่เกาะชุมพร 6 ชนิด ได้แก่ *Plakortis communis*, *Craniella abracadabra*, *Chondrosia reticulata*, *Dragmacidon australe*, *Mycale (Carmia)* sp. “orange” และ *Callyspongia (Toxochalina) pseudofibrosa* ฟองน้ำทะเลที่แพร่กระจายมากที่สุดคือ *Oceanapia sagittaria* และ *Gelliodes petrosioides* กลุ่มของฟองน้ำที่มีความหลากหลายมากที่สุดคือ ฟองน้ำในอันดับ Haplosclerida (18 ชนิด) รองลงมาคือ Poecilosclerida (5 ชนิด) ฟองน้ำรูปทรงการเจริญแบบเคลือบเป็นกลุ่มเด่น ฟองน้ำที่พบส่วนมากเป็นชนิดที่แพร่กระจายอยู่ทั่วไปในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้

ABSTRACT

Species diversity of marine sponges was investigated at Mu Ko Chumphon, Chumphon province. The collection was conducted from 9 collection sites, during 24-26 February, 2015 and carried out by snorkeling and SCUBA diving and, during daytime and the specimens were randomly collected throughout all collection sites. The results showed that 48 marine sponge species from 33 genera, 25 families and 15 orders were found in this study. Out of these, one species, *Jaspis* cf. *stellifera* was the new record of Thai Waters and six species, *Plakortis communis, Craniella abracadabra, Chondrosia reticulata, Dragmacidon australe*, *Mycale (Carmia)* sp. “orange” and *Callyspongia (Toxochalina) pseudofibrosa* were the new records of Mu Ko Chumphon. The most distributed sponges of the study area were *Oceanapia sagittaria* and *Gelliodes petrosioides*. Order Haplosclerida (18 species) was the most abundance sponge group, followed by Order Poecilosclerida (5 species). The encrusting growth form was the dominant form in the study area. Moreover, most species were commonly found in the Gulf of Thailand and the South China Sea.

Key Words: Biodiversity, Chumphon, Marine sponges, Porifera

[*]Corresponding author; e-mail address: **sumaitt@buu.ac.th**

[1]สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20131

[1]Institute of Marine Science, Burapha University, Saen Suk, Maung, Chon Buri, 20131

คำนำ

ฟองน้ำทะเลเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายเซลล์โบราณกลุ่มหนึ่ง ในเขตร้อนมักจะมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย (Micro-habitat) ของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทำให้ฟองน้ำเป็นสัตว์ที่น่าสนใจทั้งทางด้านวิชาการและการท่องเที่ยวทางทะเล ฟองน้ำยังได้ชื่อว่าเป็น “เกษตรกรยุคแรกของโลก” ที่เลี้ยงจุลินทรีย์ไว้ในตัวเพื่อเป็นอาหารรวมทั้งเป็นแหล่งสะสมจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ร่วมกับฟองน้ำเอง จุลินทรีย์ทะเลเหล่านี้ เป็นแหล่งสารผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติมากมายทั้งทางเคมีและการประยุกต์ใช้เป็นสารตัวยาทางการแพทย์ เภสัชกรรมและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมต่างๆ ฟองน้ำสามารถพบได้ทั่วไปตามชายฝั่งทะเล ทั้งหาดหิน หาดทราย แหล่งหญ้าทะเลและแนวปะการัง โดยเฉพาะระบบนิเวศแนวปะการัง บางครั้งจะพบฟองน้ำเป็นสัตว์ชนิดเด่นรองลงมาจากปะการัง (Bergquist, 1978; Van Soest, 1989) นอกจากนี้ฟองน้ำยังเป็นที่รู้จักและมีการนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่สมัยโบราณ เช่น การทำความสะอาดร่างกาย ใช้ซับเลือดสำหรับผู้บาดเจ็บในสงครามและใส่ไว้ในกระเป๋าน้ำดื่มเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำในระหว่างการเดินทางไกล ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสภาพภูมิศาสตร์ที่เอื้ออำนวยให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพได้เป็นอย่างดี ซึ่งได้มีผู้ประมาณว่าจำนวนพืชและสัตว์ในประเทศไทยที่ทราบชื่อแล้วมีประมาณ 31,958 ชนิด และที่ยังไม่ทราบอีกประมาณ 92,045 ชนิด (วิสุทธิ์, 2538) ดังนั้นจึงประมาณว่าในประเทศไทยเรามีสิ่งมีชีวิตอยู่ประมาณ 124,003 ชนิด หรือร้อยละ 8.9 ของสิ่งมีชีวิตอยู่ในโลกทั้งหมด (ทวีศักดิ์, 2537; วิสุทธิ์, 2538) สำหรับความหลากหลายทางชีวภาพของฟองน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนกลาง สุเมตต์ (2555) ได้รายงานฟองน้ำทะเลที่พบบริเวณหมู่เกาะชุมพร จังหวัดชุมพรจำนวน 50 ชนิด ต่อมาสุเมตต์ (2558) ได้รายงานฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 45 ชนิดและสุเมตต์ (2559) ได้รายงานฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 38 ชนิด ต่อมา Lim *et al*. (2016) ได้จัดทำบัญชีรายชื่อฟองน้ำทะเลในเขตทะเลจีนใต้ฝั่งตะวันตกซึ่งอ่าวไทยเป็นพื้นที่ย่อยในภูมิภาคนี้และพบฟองน้ำทะเลทั้งหมด 388 ชนิด ในจำนวนนี้พบในอ่าวไทย 90 ชนิด การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลที่พบอาศัยอยู่บริเวณหมู่เกาะชุมพร จังหวัดชุมพร ในโครงการวิจัยเรื่อง “ความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนกลาง” ภายใต้แผนงานวิจัยเรื่อง จุลินทรีย์ทะเล: แหล่งใหม่ของสารตัวยาและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ 2558 มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อให้ได้มาถึงองค์ความรู้ความหลากหลายทางชีวภาพของฟองน้ำทะเลของไทยเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์

อุปกรณ์หรือวิธีการ

การสำรวจภาคสนามและเก็บตัวอย่างฟองน้ำทะเล

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างบริเวณหมู่เกาะชุมพร จังหวัดชุมพร ระหว่างวันที่ 24 – 26 กุมภาพันธ์ 2558 รวมทั้งสิ้น 9 สถานีสำรวจ (Table 1, Figure 1) โดยการดำน้ำแบบผิวน้ำ (Snorkeling) และแบบเครื่องช่วยหายใจใต้น้ำ (SCUBA diving) สุ่มสำรวจและเก็บตัวอย่างตลอดทั้งพื้นที่ศึกษาในเวลากลางวัน (Day time) ตั้งแต่เขตปะการังพื้นราบ (Reef flat) จนถึงขอบนอกแนวปะการัง (Fore reef) ตัวอย่างที่พบจะทำการบันทึกภาพใต้น้ำ ตำแหน่งและความลึกที่พบ จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างใส่ในถุงพลาสติกซิป นำตัวอย่างมาทำการเก็บรักษาตัวอย่างด้วยเอธานอลร้อยละ 70 และนำไปจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการต่อไป

Table 1 Locality and characteristics of sampling collection sites of sponges.

Locality code	Location	Date	Reef condition
SAK58	Ko Sak (West side)	24 Feb. 2015	Fringing reef adjacent to rocky shore, massive and foliose corals were dominant, sandy bottom, high tide, visibility 5 meters, depth 5-11 m.
LAVA58	Ko Lava (West side)	24 Feb. 2015	Fringing reef adjacent to rocky shore, massive and foliose corals were dominant, sandy bottom, low tide, visibility 5 meters, depth 5-11 m.
NGAMN58	Ko Ngam Noi (West side)	25 Feb. 2015	Fringing reef adjacent to rocky cliff, branching and foliose corals were dominant, sandy bottom, high tide, visibility 5 meters, depth 5-11 m.
NGAMY58	Ko Ngam Yai (South side)	25 Feb. 2015	Coral community on rock, massive, encrusting corals, sea anemone and gorgonians were dominant, low tide, visibility 5 meters, depth 5-11 m.
TALU58	Ko Talu (West side)	25 Feb. 2015	Coral community on rock, massive and encrusting corals were dominant, sandy bottom, low tide, visibility 5 meters, depth 5-11 m.
KA58	Ko Ka (West side)	26 Feb. 2015	Coral community on rock, massive and encrusting corals were dominant, sandy bottom, high tide, visibility 5 meters, depth 3-10 m.
LANKA58	Ko Rangkajiw (South side)	26 Feb. 2015	Fringing reef, sandy beach, massive corals and sea anemone were dominant, low tide, visibility 5 meters, depth 3-8 m.
TONG58	Ko Thonglang (West side)	26 Feb. 2015	Fringing reef, sandy beach, massive corals and algae were dominant, low tide, visibility 3 meters, depth 1 m.
LOK58	Ko Lok (South side)	26 Feb. 2015	Coral community on rock, massive, gorgonian and sea whip were dominant, sandy bottom, high tide, visibility 3 meters, depth 5-12 m.



Figure 1 Sampling collection sites of marine sponges from the Mu Ko Chumphon, Chumphon.

การปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย การตรวจสอบลักษณะโครงสร้างของร่างกาย (Skeleton) โดยประยุกต์จากวิธีของ Putchakarn *et al.* (2004) โดยการตัดเนื้อเยื่อตัวอย่างฟองน้ำบริเวณผิวฟองน้ำ (Tangential section) และตัดตามขวาง (Perpendicular section) ศึกษาลักษณะ องค์ประกอบ และโครงสร้างการจัดเรียงตัวของหนามฟองน้ำ (Spicules) และเส้นใยฟองน้ำ (Spongin fibers) บันทึกผล การตรวจสอบลักษณะและขนาดของหนามฟองน้ำโดยประยุกต์จากวิธีของ Putchakarn, *et al.* (2004) นำสไลด์หนามฟองน้ำส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ ศึกษาประเภทและวัดขนาดของหนามฟองน้ำโดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นไมครอน จากจำนวน

หนามฟองน้ำแต่ละประเภทไม่น้อยกว่า 25 ซ้ำ บันทึกผล การจำแนกชนิดฟองน้ำทะเล ทำการศึกษารายละเอียดสัณฐานวิทยาลักษณะ องค์ประกอบ และโครงสร้างการจัดเรียงตัวของหนามฟองน้ำ และเส้นใยฟองน้ำของตัวอย่างฟองน้ำที่ได้จากการสำรวจภาคสนามและห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูล และทำการวินิจฉัยชื่อวิทยาศาสตร์ตัวอย่างฟองน้ำโดยการเปรียบเทียบเอกสารอ้างอิง ในระดับอันดับ วงศ์ และสกุลทำการเปรียบเทียบจาก Hooper and Van Soest (2002) และ Boury-Esnault and Rützler (1997) เป็นหลัก ส่วนในระดับชนิด (Species level) ทำการเปรียบเทียบจากเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่ได้เก็บรวบรวมไว้และยืนยันข้อมูลจากฐานข้อมูลฟองน้ำโลก (Van Soest *et al*., 2016)

ผลและวิจารณ์

จากการสำรวจภาคสนาม เก็บตัวอย่างฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะชุมพร จังหวัดชุมพร พบฟองน้ำทะเลจำแนกชนิดได้ 48 ชนิด จาก 33 สกุล 25 วงศ์ 15 อันดับ ดังแสดงรายชื่อชนิดและการแพร่กระจายใน Table 2 จำนวนชนิดฟองน้ำทะเลที่พบใกล้เคียงกับที่ได้สำรวจเมื่อ พ.ศ. 2554 จำนวน 50 ชนิด (สุเมตต์, 2555) และฟองน้ำทะเลที่พบส่วนมากเป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ (Putchakarn, 2006; Lim *et al*., 2016) ในจำนวนนี้ พบฟองน้ำที่พบเป็นครั้งแรกในน่านน้ำไทยจำนวน 1 ชนิดคือ ฟองน้ำกิ่งสีดำ *Jaspis* cf. *stellifera* (Figure 2a) นอกจากนี้ยังพบฟองน้ำทะเลที่พบครั้งแรกในพื้นที่หมู่เกาะชุมพรอีก 6 ชนิด ได้แก่ ฟองน้ำตับไก่ *Plakortis communis* (Figure 2b) ฟองน้ำลูกกอล์ฟหนาม *Craniella abracadabra* (Figure 2c) ฟองน้ำหนังสีดำลาย *Chondrosia reticulata* (Figure 2d) ฟองน้ำเคลือบส้ม *Dragmacidon australe* (Figure 2e) ฟองน้ำเคลือบใสส้ม *Mycale (Carmia)* sp. “orange” (Figure 2f) และฟองน้ำหนามสีน้ำตาล *Callyspongia (Toxochalina) pseudofibrosa* (Figure 2g) ฟองน้ำทะเลที่พบเป็นชนิดเด่นและพบแพร่กระจายมากที่สุดคือ ฟองน้ำท่อพุ่มสีแดง *Oceanapia sagittaria* (Figure 2h) และฟองน้ำเคลือบสีฟ้า *Gelliodes petrosioides* (Figure 2i) พบ 7 ใน 9 สถานีสำรวจ รองลงมาคือ ฟองน้ำสีน้ำตาลม่วง *Petrosia (Petrosia) hoeksemai* ฟองน้ำครก *Petrosia (Petrosia) lignosa* ฟองน้ำยืดหยุ่นสีดำ *Cacospongia* sp. “black” และฟองน้ำเปลี่ยนสีสีเหลือง *Pseudoceratina* sp. “yellow” ซึ่งพบ 6 ใน 9 สถานีสำรวจ กลุ่มของฟองน้ำที่พบมากที่สุดคือ ฟองน้ำในอันดับ Haplosclerida (18 ชนิด ร้อยละ 38) รองลงมาคือ อันดับPoecilosclerida (5 ชนิด ร้อยละ 11) สอดคล้องกับ Hooper and Wiedenmayer (1994) ที่กล่าวว่าฟองน้ำในอันดับ Haplosclerida และ Poecilosclerida มักพบเป็นชนิดเด่นในระบบนิเวศทางทะเลน้ำตื้นเขตร้อน

ความหลากชนิด (Species richness) ของฟองน้ำทะเลในพื้นที่ศึกษาพบว่า สถานี SAK58 (เกาะสาก ทิศตะวันตก) พบฟองน้ำทะเล 20 ชนิด ซึ่งจากสังเกตสถานีเกาะสากเป็นแนวปะการังติดชายฝั่งที่ค่อนข้างสมบูรณ์ รองลงมาคือ NGAMN58 (เกาะง่ามน้อย ทิศตะวันตก) พบฟองน้ำทะเล 19 ชนิด LAVA58 (เกาะละวะ ทิศตะวันตก) และ LOK58 (เกาะหลก ทิศใต้) พบฟองน้ำทะเล 18 ชนิดเท่ากัน สำหรับเกาะละวะเป็นแนวปะการังติดชายฝั่งที่พบชุมชนดอกไม้ทะเลอยู่หนาแน่นและเกาะหลกเป็นกองหินโผล่พ้นน้ำที่เป็นชุมชนปะการังบนก้อนหินและมีกัลปังหาเจริญอยู่อย่างหนาแน่น จากการศึกษาพบว่า บริเวณสถานีใกล้ฝั่งของหมู่เกาะชุมพรมีความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำมากกว่าสถานีไกลฝั่ง ทั้งนี้เนื่องมาจากเกาะใกล้ฝั่งได้รับอิทธิพลจากชายฝั่งและมีความขุ่นของตะกอนแขวนลอยซึ่งเป็นอาหารของฟองน้ำทะเลมากกว่าบริเวณเกาะไกลฝั่ง สอดคล้องกับการศึกษาความหลากชนิดของฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นหมู่เกาะใกล้

ฝั่งจะมีความหลากชนิดมากกว่าหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นหมู่เกาะไกลฝั่ง (สุเมตต์, 2558 และสุเมตต์, 2559)

เมื่อพิจารณารูปทรงการเจริญเติบโตของฟองน้ำทะเลในบริเวณพื้นที่ศึกษาพบว่า ฟองน้ำที่มีรูปทรงการเจริญแบบเคลือบ (Encrusting) เป็นกลุ่มเด่นมีสัดส่วนร้อยละ 47 ของฟองน้ำที่พบทั้งหมด รองลงมาเป็นรูปทรงการเจริญแบบก้อน (Massive) ร้อยละ 21 และแบบกิ่งก้าน (Branching) ร้อยละ 9 ตามลำดับ รูปทรงการเจริญเติบโตของฟองน้ำในพื้นที่ศึกษาสอดคล้องกับสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยที่เป็นแนวปะการังติดชายฝั่งที่ต่อเนื่องจากชายหาดหินและหน้าผาหินและปะการังเป็นรูปทรงแบบก้อนและมีความหลากหลายของชนิดปะการังค่อนข้างมาก โดยเฉพาะปะการังรูปทรงแบบก้อนขนาดใหญ่เมื่อตายลงบางส่วนจะเปิดพื้นที่ให้ฟองน้ำลงเกาะ ปะการังรูปทรงแบบแผ่นใบมักพบฟองน้ำแบบเคลือบอาศัยร่วมอยู่ด้วย

สรุป

จากการสำรวจฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะชุมพร จังหวัดชุมพร ระหว่างวันที่ 24-26 กุมภาพันธ์ 2558 พบฟองน้ำทะเล 48 ชนิด สอดคล้องกับการสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2554 พบฟองน้ำที่รายงานครั้งแรกในน่านน้ำไทย 1 ชนิดและพบฟองน้ำทะเลรายงานครั้งแรกของหมู่เกาะชุมพรอีก 6 ชนิด แสดงให้เห็นว่าบริเวณหมู่เกาะชุมพรยังคงมีความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลสูงมากเหมาะสมที่เป็นแหล่งวัตถุดิบในการนำฟองน้ำทะเลไปใช้ประโยชน์ ฟองน้ำทะเลที่พบเป็นชนิดเด่นและพบแพร่กระจายมากที่สุดคือ *Oceanapia sagittaria* ซึ่งเป็นฟองน้ำอาศัยอยู่ตามพื้นทะเลและมีรูปทรงการเจริญแบบท่อซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะการตกตะกอนของพื้นที่ นอกจากนี้แล้วสถานีสำรวจที่พบความหลากชนิดมากที่สุดคือ SAK58 (เกาะสาก ทิศตะวันตก) ซึ่งเป็นเกาะใกล้ฝั่งและเป็นแนวปะการังติดชายฝั่งแสดงให้เห็นว่าเกาะใกล้ฝั่งมีความหลากชนิดของฟองน้ำทะเลมากกว่าเกาะไกลฝั่ง รวมทั้งแนวปะการังยังเป็นถิ่นอาศัยของฟองน้ำทะเลที่มีความเหมาะสมกว่าถิ่นอาศัยแบบอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ 2558 มหาวิทยาลัยบูรพาผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 156/2558 ขอขอบคุณ ดร. ระวิวรรณ วัฒนดิลก ผู้อำนวยการแผนงานวิจัยฯที่ให้คำปรึกษาและประสานงาน เจ้าหน้าที่จากศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนกลาง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ช่วยประสานงานเข้าถึงพื้นที่และดำน้ำเก็บตัวอย่าง นายวันชัย วงสุดาวรรณ นางสาววรัญญา ซอนคำ และนายบรรณวิชญ์ แพงสุข จากสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ช่วยดำน้ำเก็บตัวอย่างและงานห้องปฏิบัติการอื่นๆจนงานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี

Table 2 Species list and distribution of marine sponges from Mu Ko Chumphon, Chumphon

TAXA	Collection sites								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Phylum Porifera									
Class Homoscleromorpha									
Order Homosclerophorida									
Family: Plakinidae									
1. *Corticium niger*	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
2. *Plakortis communis*	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
Class Demospongiae									
Order Chondrillida									
Family Chondrillidae									
3. *Chondrilla australiensis*	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓
Order Chondrosiida									
Family Chondrosiidae									
4. *Chondrosia reticulata*	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-
Order Tetractinellida									
Family Ancorinidae									
5. *Jaspis* cf. *stellifera*	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
Family Tetillidae									
6. *Craniella abracadabra*	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
7. *Paratetilla bacca*	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-
Order Clionaida									
Family Clionaidae									
8. *Spheciospongia vagabunda*	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
Order Tethyida									
Family Tethyidae									
9. *Tethya* aff. *robusta*	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
Order Poecilosclerida									
Suborder Microcionina									
Family Microcionidae									
10. *Clathria (Microciona)* sp. “orange”	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-
11. *Clathria (Thalysias) reinwardti*	-	-	-	-	✓	-	-	-	-
Suborder Mycalina									
Family Mycalidae									
12. *Mycale (Carmia)* sp. “orange”	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-
13. *Mycale (Mycale) grandis*	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-
14. *Mycale (Zygomycale) parishii*	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	✓
Order Biemnida									
Family Biemnidae									
15. *Biemna fortis*	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓
Order Axinellida									
Family Axinellidae									
16. *Dragmacidon australe*	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
Family Raspailiidae									
17. *Echinodictyum conulosum*	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓
18. *Thrinacophora incrustans*	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
Order Suberitida									
Family Halichondriidae									
19. *Axinyssa mertoni*	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-
20. *Axinyssa* sp. “yellow”	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
21. *Halichondria* sp. “green”	-	-	-	-	✓	-	-	-	-
Family Suberitidae									

Table 2 (cont.) Species list and distribution of marine sponges from Mu Ko Chumphon, Chumphon

TAXA	Collection sites								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
22. *Terpios granulosa*	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-
Order Scopalinida									
Family Scopalinidae									
23. *Stylissa massa*	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-
Order Haplosclerida									
Suborder Haplosclerina									
Family Callyspongiidae									
24. *Callyspongia (Toxochalina) pseudofibrosa*	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
Family Chalinidae Gray, 1867									
25. *Haliclona (Gellius) cymaeformis*	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
26. *Haliclona (Reniera) baeri*	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
27. *Haliclona* sp. “black”	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-	-
28. *Haliclona* sp. “blue”	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
29. *Haliclona (Halichoclona)* sp. “orange”	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓
30. *Haliclona (Rhizoniera)* sp. “brown”	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
Family Niphatidae									
31. *Niphates* sp. “blue”	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓
32. *Gelliodes petrosioides*	✓	-	✓		✓	✓	✓	✓	✓
33. *Gelliodes* sp. “purple”	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓
Suborder Petrosina									
Family Petrosiidae									
34. *Neopetrosia* sp. “blue”	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-	-
35. *Petrosia (Petrosia) hoeksemai*	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-	✓
36. *Petrosia (Petrosia)* sp. “encrusting”	-	✓	-	✓	✓	-	-	-	-
37. *Petrosia (Petrosia) lignosa*	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-
38. *Xestospongia mamillata*	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-
39. *Xestospongia* sp.”purple”	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-
Family Phloeodictyidae									
40. *Oceanapia sagittaria*	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓
41. *Siphonodictyon mucosum*	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-
Order Dictyoceratida									
Family Dysideidae									
42. *Dysidea arenaria*	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓
Family Thorectidae									
43. *Cacospongia* sp. “black”	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-	✓
44. *Hyrtios erectus*	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓
Order Dendroceratida									
Family Darwinellidae									
45. *Chelonaplysilla erecta*	-	-	-	-	✓	✓	-	-	✓
Order Verongida									
Family Ianthellidae									
46. *Hexadella purpurea*	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-
Family Pseudoceratinidae									
47. *Pseudoceratina purpurea*	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
48. *Pseudoceratina* sp. “yellow”	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓
Total sponge species found	20	18	19	11	14	16	14	4	18

Remark: Collection sites: **A** = SAK58; **B** = LAVA58; **C** = NGAMN58; **D** = NGAMY58; **E** = TALU58; **F** = KA58; **G** = LANKA58; **H** = TONG58; **I** = LOK58.

Distribution: ✓ = Found; - = Not found



a. *Jaspis* cf. *stellifera* b. *Plakortis communis* c. *Craniella abracadabra*



d. *Chondrosia reticulata* e. *Dragmacidon australe* f. *Mycale (Carmia)* sp. “orange”



g. *Callyspongia (Toxochalina) pseudofibrosa* h. *Oceanapia sagittaria* i. *Gelliodes petrosioides*

Figure 2 New record sponges of Thai Waters and Mo Ko Chumphon and common sponges at Mu Ko Chumphon

เอกสารอ้างอิง

ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์. 2537. **สถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย**. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง สถานการณ์ทรัพยากรชีวภาพในระบบนิเวศชายฝั่งทะเล ณ โรงแรมเมอร์ลินเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2538. **สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กรุงเทพฯ.

สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2555. ความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลที่อาศัยอยู่ตามชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันตก. **รายงานการวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปี 2554**. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. 70 หน้า.

สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2558. ความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราช. น.1359-1367. *ใน* **เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 53 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2559. ความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลบริเวณหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี. น. 865-873. *ใน* **เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 54 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bergquist, P.R. 1978. **Sponges.** Hutchinson & Co., London.

Boury-Esnault, N. and K. Rützler. (Eds.). (1997). Thesaurus of sponge morphology. **Smithsonian Contributions to Zoology**. 596: 1-55.

Lim, Swee-Cheng, S. Putchakarn, M. Thai, D. Wang and Y. M. Huang. 2016. Inventory of sponge fauna from the Singapore Strait to Taiwan Strait along the western coastline of the South China Sea. **Raffles Bulletin of Zoology**, Supplement No. 34 (Part I): 104-129.

Hooper, J.N. A. and F. Wiedenmayer. 1994. Porifera, pp.1-624. *In* A. Wells, eds. **Zoological Catalogue of Australia** Vol. 12. CSIRO. Melbourne, Australia.

Hooper, J.N.A. and R.W.M. Van Soest, 2002. **Systema Porifera, Volume I**. Kluwier Publisher, UK.

Putchakarn, S., W. De Weerdt, P. Sonchaeng and R.W.M. Van Soest. 2004. A new species of *Cladocroce* Topsent, 1892 (Porifera, Haplosclerida) from the Gulf of Thailand. **Beaufortia.** 54(9): 113-117.

_____, S. 2006. **Biodiversity of sponges (Demonspongiae, Porifera) in the Gulf of Thailand.** Ph.D. Thesis, Burapha University.

Van Soest, R.M.W. (1989). The Indonesian sponge fauna: A status report. **Netherlands Journal of Sea Research**, 23(2): 223-230.

_____, N. Boury-Esnault, , J.N.A. Hooper, K. Rützler, N.J.De Voogd, A. De Glasby, E. Hajdu, A.B. Pisera, R. Manconi, C. Schoenberg, D. Janussen, K.R. Tabachnick, M. Klautau, B. Picton, M. Kelly, J. Vacelet, M. Dohrmann and M.C. Díaz, (2016) **World Porifera database**. Available source: http://www.marinespecies.org/porifera.

ความหลากหลายของเห็ดทะเลบริเวณภาคตะวันออกของอ่าวไทย

Diversity of Mushroom Anemone at Eastern in the Gulf of Thailand

อลงกต อินทรชาติ[1*] สาโรจน์ เริ่มดำริห์[1] วิกรม รังสินธุ์[2] อัครพงษ์ สวัสดิพงษ์[3] และ กนกวรรณ ขาวด่อน[1]

Alongot Intarachart[1*], Saroj Rermdumri[1], Wikrom Rungsin[2], Akarapong Swatdipong[3] and Kanokwan Khaodon[1]

บทคัดย่อ

จากการสำรวจความหลากหลายของพันธุ์เห็ดทะเลบริเวณภาคตะวันออกของอ่าวไทยประกอบด้วยจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2558 - เดือนกันยายน 2559 พบพันธุ์เห็ดทะเลรวมทั้งหมด 3 สกุล 5 กลุ่ม 19 ชนิด ประกอบด้วย สกุล *Rhodactis* พบ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเห็ดขน (A) จำนวน 4 ชนิด และกลุ่มเห็ดสนิม (B) จำนวน 5 ชนิด สกุล *Actinodiscus* พบ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเห็ดเรียบ (C) จำนวน 7 ชนิด และกลุ่มเห็ดสองปาก (D) จำนวน 2 ชนิด และสกุล *Amplexidiscus* พบ 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเห็ดหูช้าง (E) จำนวน 1 ชนิด โดยลักษณะภายนอกและภายในที่ใช้ในการจัดจำแนกอ้างอิงตามลักษณะและรูปร่างของ discal tentacle และ marginal tentacle ตลอดจนทำการศึกษาด้านโครงสร้างการจัดเรียงตัวของ mesentery รวมทั้งลักษณะและชนิดของ nematocyst ที่พบในเห็ดทะเลแต่ละกลุ่ม

ABSTRACT

Diversity of mushroom anemones was conducted at the Eastern part of the Gulf of Thailand that comprises Chonburi, Rayong, Chanthaburi and Trad provinces during May 2015 – September 2016. The results show 3 genuses, 5 groups and 19 species of mushroom anemones. There were 2 groups of *Rhodactis*, 1 group of *Actinodiscus* and 1 group of *Amplexidiscus* with 9, 9 and 1 species respectively. They were identified by using external and internal characteristics that discal tentacle, marginal tentacle, mesentery and nematocyst were different.

Key Words: diversity, mushroom anemone, eastern

*Corresponding author; e-mail address: perna45@hotmail.com

[1]สถานีวิจัยประมงศรีราชา ฝ่ายสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ชลบุรี 20110

[1]Sriracha Fisheries Research Station, Academic Supporting Division, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chonburi 20110

[2]ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3]ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[3]Department of ฉะรแห, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

เห็ดทะเลจัดเป็นสัตว์ทะเลสวยงามชนิดหนึ่งซึ่งมีแนวโน้มที่จะส่งเสริมให้เป็นสัตว์น้ำสวยงามเศรษฐกิจชนิดใหม่ได้ เพราะเห็ดทะเลมีลักษณะและสีสันลวดลายที่สวยงามดูแปลกตา นอกจากนี้เห็ดทะเลยังเป็นสัตว์ทะเลในกลุ่มเดียวกับพวกปะการัง กัลปังหา และดอกไม้ทะเล ที่ยังไม่ถูกห้ามเลี้ยงโดยพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 อีกด้วย จึงสามารถซื้อขายหรือครอบครองได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการเก็บเห็ดทะเล จากแหล่งธรรมชาติขึ้นมาขายในตลาดสัตว์น้ำสวยงามมากขึ้น แต่เห็ดทะเลส่วนใหญ่มักดำรงชีวิตอยู่บนซากปะการังที่ตายแล้ว ซึ่งหากเก็บเอาเห็ดทะเลมาพร้อมกับซากปะการังก็จะถือว่าผิดกฎหมายและยังเป็นการทำลายทรัพยากรในธรรมชาติอีกด้วยทั้งหน่วยงานราชการและภาคเอกชนยังไม่สามารถผลิตเห็ดทะเลให้ได้ปริมาณเพียงพอสำหรับการดำเนินการในเชิงพาณิชย์ได้มีเพียงแต่การศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการของหน่วยงานราชการเท่านั้น และที่สำคัญคือการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทั้งด้านอนุกรมวิธาน ความหลากหลาย แหล่งที่อยู่อาศัย และการแพร่กระจาย ตลอดจนข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับเห็ดทะเลในประเทศไทยนั้นยังมีอยู่น้อยมาก พบเพียงรายงานการศึกษาสำรวจเบื้องต้นที่เป็นบทความทางวิชาการและศึกษาเฉพาะในทะเลพื้นที่อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยองเพียงแห่งเดียวเท่านั้น ดังนั้นการศึกษาข้อมูลความหลากหลายและการแพร่กระจายของเห็ดทะเลในแต่ละพื้นที่ที่สำรวจสามารถจัดทำเป็นข้อมูลเห็ดทะเลในประเทศไทย เพื่อพัฒนาเป็นฐานข้อมูลพันธุกรรม (Biobank) ต่อไปได้ เนื่องจากยังไม่มีผู้ศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ ตลอดจนหากยังไม่มีการศึกษาวิจัยอย่างเร่งด่วน เห็ดทะเลบางชนิดของประเทศไทยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอาจสูญพันธุ์ได้ เพราะมีการจับเห็ดทะเลจากธรรมชาติมาจำหน่ายอย่างต่อเนื่อง

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการสำรวจและเก็บตัวอย่างพันธุ์เห็ดทะเลครอบคลุมพื้นที่ทะเลภาคตะวันออกของอ่าวไทยรวมทั้งหมด 4 จังหวัด ประกอบด้วย ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด (Figure 1) ในบริเวณที่เคยสำรวจพบเห็ดทะเลมาก่อนและบริเวณที่มีแหล่งอ้างอิงว่าพบเห็ดทะเลอาศัยดำรงชีวิตอยู่ โดยการลงดำน้ำแบบ SCUBA สำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างพันธุ์เห็ดทะเล เพื่อนำมาจำแนกชนิดโดยใช้การศึกษาทางสัณฐานวิทยา เน้นลักษณะภายนอกที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น ลักษณะรูปร่างลำตัว ลักษณะและการแตกแขนงของหนวด ลักษณะและจำนวนของปาก ลักษณะของส่วนฐานลำตัวที่ยึดเกาะ สีสัน และขนาด เป็นต้น ลักษณะภายในเนื้อเยื่อ เช่น ลักษณะของชั้นเนื้อเยื่อ ลักษณะและรูปแบบของเข็มพิษ ตามวิธีของ den Hartog (1980), Schmidt (1974) และ Carlgren (1940) รวมทั้งสภาพที่พบในแหล่งธรรมชาติ ได้แก่ ลักษณะการดำรงชีวิตอาศัยอยู่แบบเดี่ยวหรืออยู่รวมกันแบบเป็นกลุ่มหนาแน่น ลักษณะพื้นที่ที่อาศัยดำรงชีวิตอยู่ โดยใช้เทคนิคการถ่ายภาพใต้น้ำร่วมกับการเก็บตัวอย่างพันธุ์เห็ดทะเลขึ้นมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

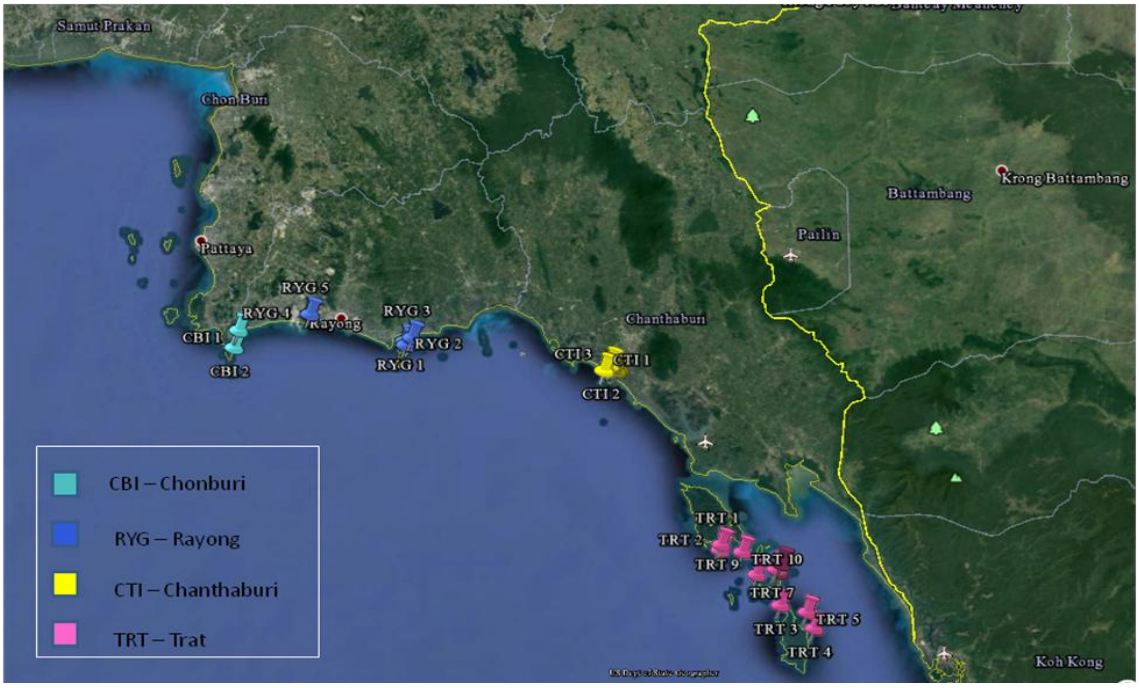


Figure 1 Exploration areas of mushroom anemone at eastern part of the Gulf of Thailand

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจความหลากหลายของพันธุ์เห็ดทะเลบริเวณภาคตะวันออกของอ่าวไทย จำนวน 4 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2558-กันยายน 2559 พบพันธุ์เห็ดทะเลรวมทั้งหมด 3 สกุล 5 กลุ่ม 19 ชนิด (Table 1, Figure 2) ประกอบด้วย สกุล *Rhoadctis* พบ 2 กลุ่ม ได้แก่ เห็ดขน (A) พบจำนวน 4 ชนิด และเห็ดสนิม (B) พบจำนวน 5 ชนิด สกุล *Actinodiscus* พบ 2 กลุ่ม ได้แก่ เห็ดเรียบ (C) พบจำนวน 7 ชนิด และเห็ดสองปาก (D) พบจำนวน 2 ชนิด และสกุล *Amplexidiscus* พบ 1 กลุ่ม ได้แก่ เห็ดหูช้าง (E) พบจำนวน 1 ชนิด โดยใช้ลักษณะภายนอกและภายในเนื้อเยื่อของเห็ดทะเล ซึ่งการจัดจำแนกอ้างอิงตามลักษณะและรูปร่างของ discal tentacle และ marginal tentacle โดยในกลุ่มของเห็ดขนจะมี discal tentacle และ marginal tentacle ที่ยาวมากกว่าเห็ดทะเลในกลุ่มอื่น ส่วนเห็ดเรียบเป็นเห็ดทะเลที่มี marginal tentacle ที่ลดรูปจนไม่สามารถพบส่วนที่ยื่นออกมาจากขอบของ oral disc และมี discal tentacle ที่สั้นมากจนมีลักษณะเป็นตุ่ม สำหรับเห็ดสนิมมี marginal tentacle ที่สั้น และมี discal tentacle ที่ลดรูปลงไปโดยส่วนใหญ่จมตัวลงอยู่ใต้ชั้นผิวตัวด้านบนตัวหนา แต่ก็จะสามารถพบ discal tentacle บางบริเวณที่โผล่พ้นชั้นผิวตัวขึ้นมาและมีการแตกแขนงส่วนปลายของ discal tentacle ออกเป็นหลายแขนง ส่วนเห็ดสองปาก เนื่องจากพบว่ามีช่องปากมากกว่า 1 ช่องปาก เป็นเห็ดที่ไม่มี marginal tentacle หรือ marginal tentacle ลดรูปลงไป และมี discal tentacle ที่มีลักษณะเป็นตุ่มกลมขนาดเล็กที่เรียงตัวตามขวางกับแนวรัศมี และเห็ดหูช้างเป็นเห็ดที่มี marginal และ discal tentacle ที่เจริญดี แต่จะมีลักษณะที่เรียกว่า tentacle-free zone ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่มี discal tentacle อยู่ในส่วนขอบของ oral disc ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะไม่สามารถพบได้ในเห็ดทะเลชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตามเห็ดทะเลในแต่ละกลุ่มยังสามารถจำแนกออกเป็นชนิดต่างๆโดยอาศัยความแตกต่างทางด้านสีสันและความไม่สม่ำเสมอของสีที่ปรากฏในบริเวณ oral disc รวมทั้งลักษณะรูปร่างของ discal tentacle ซึ่งบางครั้งพบว่ามีลักษณะที่ก้ำกึ่งทำให้ยากแก่การระบุชนิดที่แน่ชัดของเห็ดทะเลที่พบ การศึกษาในส่วนนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยละเอียดเพื่อใช้เป็นลักษณะที่อ้างอิงใน

การจัดจำแนก โดยทำการศึกษาด้านโครงสร้างการจัดเรียงตัวของ mesentery การศึกษาเนื้อเยื่อของโครงสร้างของ tentacle ส่วนต่างๆ รวมทั้งลักษณะและชนิดของ nematocyst ที่พบในเห็ดทะเลแต่ละกลุ่ม

1. จังหวัดชลบุรี

การสำรวจพันธุ์เห็ดทะเลในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลช่องแสมสาร ต. แสมสาร อ. สัตหีบ จ. ชลบุรี พบว่ามีพันธุ์เห็ดทะเลแพร่กระจายอยู่ในบริเวณกองปะการังน้ำตื้นซึ่งอยู่ห่างจากแนวชายฝั่งออกมาประมาณ 200 เมตร โดยพื้นที่บริเวณนี้มีลักษณะเป็นกองหินใต้น้ำและมีแนวปะการังกระจายตัวอยู่รอบๆ พื้นทะเลมีลักษณะเป็นทราย มีเศษซากปะการังกระจายปะปนอยู่ทั่วไป ระดับน้ำทะเลในบริเวณนี้ลึกตั้งแต่ 4-15 เมตร โดยจากการสำรวจในบริเวณนี้พบมีความหลากหลายของพันธุ์เห็ดทะเลอยู่ 2 สกุล 4 กลุ่ม 13 ชนิด คือ สกุล *Rhodactis* พบ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเห็ดขน (A) พบ4 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดเขียวขนแดง (A1), เห็ดแดงขนแดง (A2) เห็ดขนหนวดเขียว (A3) และและเห็ดขนยักษ์ (A4) และกลุ่มเห็ดสนิม (B) พบ 6 ชนิดประกอบด้วย เห็ดสนิมชมพูอมม่วง (B1), เห็ดสนิมเขียว (B2), เห็ดสนิมลายดอก (B3), เห็ดสนิมน้ำตาลอมเขียว (B4) และเห็ดสนิมลายจุดแนวรัศมี (B6) ส่วนสกุล *Actinodiscus* พบ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเห็ดเรียบ (C) พบ 2 ชนิด ประกอบด้วยเห็ดเรียบลายดอก (C1) และ เห็ดเรียบจุดส้มแดง (C2) และกลุ่มเห็ดสองปาก (D) พบ 2 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดสองปากผิวย่นสีน้ำตาล (D1) และ เห็ดสองปากผิวย่นสีน้ำตาลอมเขียว (D2)

2. จังหวัดระยอง

จากการสำรวจพันธุ์เห็ดทะเลในพื้นที่จังหวัดระยอง ได้แก่ บริเวณเกาะเสม็ดและเกาะสะเก็ด ปรากฏว่าสำรวจพบพันธุ์เห็ดทะเลแพร่กระจายตัวอยู่เพียงเล็กน้อยในพื้นที่บริเวณอ่าวปลาต้มของเกาะเสม็ดเพียงเท่านั้น

ส่วนพื้นที่บริเวณเกาะสะเก็ดซึ่งเคยพบพันธุ์เห็ดทะเลอาศัยอยู่เมื่อประมาณสิบปีที่แล้ว ปรากฏว่าสำรวจไม่พบในครั้งนี้ โดยพบมีความหลากหลายของพันธุ์เห็ดทะเลแพร่กระจายอยู่ในพื้นที่สำรวจ 1 สกุล 2 กลุ่ม 2 ชนิด คือ สกุล *Rhodactis* ได้แก่ กลุ่มเห็ดขน (A) พบ 1 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดเขียวขนแดง (A1) และกลุ่มเห็ดสนิม (B) พบ 1 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดสนิมลายดอก (B3) ซึ่งพบในพื้นที่บริเวณอ่าวปลาต้มของเกาะเสม็ดเพียงเท่านั้นเมื่อเปรียบเทียบจากข้อมูลการศึกษาสำรวจเห็ดทะเลในประเทศไทยเบื้องต้นพบว่า สหภาพและพงศ์เชฎฐ์ (2549) ได้สำรวจเห็ดทะเลในอันดับ Corallimorpharia บริเวณกองหินใต้น้ำในเขตอำเภอบ้านฉางจังหวัดระยอง พบเห็ดทะเลในอันดับ Corallimorpharia ทั้งสิ้น 2 ครอบครัว 5 สกุล 12 ชนิด มีการแพร่กระจายครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการศึกษาประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเห็ดทะเลสกุล *Rhodactis* มีการแพร่กระจายครอบคลุมพื้นที่มากที่สุดประมาณ70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ สกุล *Discosoma* และ *Actinodiscus* ประมาณ 27.5 เปอร์เซ็นต์และเห็ดทะเลที่พบมีการแพร่กระจายบริเวณนี้น้อย ได้แก่ สกุล *Amplexdiscus* และสกุล *Pseudocorynactis* ประมาณ 2 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเห็ดทะเลมีการแพร่กระจายและเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่เคยมีปะการังหรือเป็นแนวปะการังโครงแข็งที่สมบูรณ์มาก่อน แสดงว่าเห็ดทะเลมีแนวโน้มลดน้อยลง

3. จังหวัดจันทบุรี

จากการสำรวจพันธุ์เห็ดทะเลในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ได้แก่ บริเวณเกาะนมสาว อ่าวยาง อ่าวกระทิง กองหินสุครีพ และเกาะจุฬา ปรากฏว่าในการสำรวจครั้งนี้พบพันธุ์เห็ดทะเลมีการแพร่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ของบริเวณเกาะนมสาวเท่านั้น ส่วนพื้นที่บริเวณอื่นๆ สำรวจไม่พบ โดยพบว่ามีความหลากหลายของพันธุ์เห็ดทะเลแพร่กระจายอยู่ในพื้นที่สำรวจ 1 สกุล 2 กลุ่ม 4 ชนิด คือ สกุล *Rhodactis*ได้แก่ กลุ่มเห็ดขน (A) พบ 2 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดเขียวขนแดง (A1) และ เห็ดแดงขนแดง (A2) และกลุ่มเห็ดสนิม(B)พบ 2 ชนิดประกอบด้วย เห็ดสนิมลายดอก (B3) และเห็ดสนิมน้ำตาลอมเขียว (B4)

4. จังหวัดตราด

ในพื้นที่จังหวัดตราดเป็นบริเวณที่มีหมู่เกาะกระจายตัวอยู่มากมายหลายเกาะ ซึ่งพื้นที่ที่ลงทำการศึกษาสำรวจเบื้องต้นในครั้งนี้ ได้แก่ บริเวณเกาะคลุ้ม เกาะไม้ซี้ เกาะกูด เกาะหมาก เกาะนก เกาะผี และเกาะหวาย โดยพบว่าพื้นที่ที่ทำการสำรวจส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นพื้นทราย มีโขดหินหรือกองหินใต้น้ำ มีซากปะการัง หรือแนวปะการัง หรือมีแนวหินผาที่มีความลาดชันอยู่ในบริเวณที่สำรวจนั้นๆ จากการสำรวจพบว่าพันธุ์เห็ดทะเลมีลักษณะการแพร่กระจายที่แตกต่างกันออกไปตามกลุ่มดังนี้

กลุ่มเห็ดขน มักพบกระจายอยู่ทั่วไปตามบริเวณซากปะการังที่ตายแล้วและพบอยู่ทุกบริเวณที่สำรวจพบพันธุ์เห็ดทะเล ไม่ว่าจะเป็นแนวชายฝั่งที่ระดับน้ำทะเลลึกตั้งแต่ 2 เมตร ไปจนกระทั่งถึงระดับน้ำทะเลลึก 10–15 เมตร

กลุ่มเห็ดเรียบ พบกระจายอยู่เฉพาะพื้นที่ ซึ่งบริเวณที่สำรวจพบมีลักษณะพื้นทะเลเป็นทราย น้ำทะเลใส สะอาด ส่วนใหญ่มักอาศัยอยู่บริเวณแนวชายฝั่งที่มีระดับน้ำทะเลลึกประมาณ 2-5 เมตร แต่ก็พบบางชนิดที่อาศัยอยู่บริเวณกองหินใต้น้ำที่ระดับความลึก 5-10 เมตร โดยพันธุ์เห็ดทะเลที่สำรวจพบมักอาศัยอยู่ตามซอกปะการังโขดหรือซากของปะการังแบบก้อนหรือซากปะการังแบบกิ่งก้านที่ตายทับถมกันกลุ่มเห็ดหูช้าง พบกระจายอยู่เฉพาะพื้นที่ เช่นเดียวกับกลุ่มเห็ดเรียบ แต่ต่างกันตรงลักษณะพื้นที่ที่เห็ดทะเลอาศัยอยู่ โดยบริเวณที่พบเห็ดหูช้างอาศัยอยู่จะมีลักษณะเป็นแนวหน้าผาและมีชายฝั่งลาดชันลงมาหรือบริเวณที่มีกองหินใต้น้ำอยู่ใกล้ๆแนวหน้าผาลาดชันนั้นๆ ซึ่งมีระดับน้ำทะเลลึกประมาณ 7-13 เมตร

กลุ่มเห็ดสองปาก จากการสำรวจพบน้อยมาก โดยพบอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับบริเวณที่พบกลุ่มเห็ดเรียบและเห็ดขน ส่วนที่พบมักอาศัยอยู่ตามซากปะการังแบบก้อน

กลุ่มเห็ดสนิม จากการสำรวจก็พบอยู่น้อยเช่นเดียวกัน โดยพบอยู่ในบริเวณที่พบกลุ่มเห็ดขน เนื่องจากชอบอาศัยอยู่ในลักษณะพื้นที่เช่นเดียวกับกลุ่มเห็ดขน คือ ตามซากปะการังที่ตายแล้วเป็นส่วนใหญ่

จากการลงพื้นที่สำรวจพันธุ์เห็ดทะเลในบริเวณเกาะต่างๆของจังหวัดตราดพบว่ามีความหลากหลายของพันธุ์เห็ดทะเลแพร่กระจายอยู่ 3 สกุล 5 กลุ่ม 13 ชนิด คือ สกุล *Rhodactis* ได้แก่ กลุ่มเห็ดขน (A) พบ 2 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดเขียวขนแดง (A1) และเห็ดขนหนวดเขียว (A3) กลุ่มเห็ดสนิม (B) พบ 2 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดสนิมชมพูอมม่วง (B1) และเห็ดสนิมเขียว (B2) สกุล *Actinodiscus* ได้แก่ กลุ่มเห็ดเรียบ (C) พบ 6ชนิดประกอบด้วย เห็ดเรียบลายดอก (C1), เห็ดเรียบสีฟ้าอมม่วง (C3), เห็ดเรียบสีน้ำตาลอมม่วง (C4), เห็ดเรียบจุดฟ้า (C5), เห็ดเรียบลายขีดขาว (C6) และเห็ดเรียบลายกิ่งไม้ (C7) กลุ่มเห็ดสองปาก (D) พบ 1 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดสองปากผิวย่นสีน้ำตาล (D1) และสกุล *Amplexidiscus* คือ กลุ่มเห็ดหูช้าง (E) พบ 1 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดหูช้างสีน้ำตาล (E1)

ในพื้นที่สำรวจบริเวณภาคตะวันออกพบว่าจังหวัดตราดเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์เห็ดทะเลแพร่กระจายอยู่มากที่สุดคือมีเห็ดทะเลอาศัยดำรงชีวิตอยู่ในพื้นที่โดยครอบคลุมทั้ง 5 กลุ่ม จากการสำรวจพบเห็ดทะเลทั้งหมดจำนวน 12 ชนิด ส่วนใหญ่ชนิดเด่นเป็นกลุ่มเห็ดเรียบและเห็ดหูช้าง รองลงมาคือจังหวัดชลบุรีสำรวจพบเห็ดทะเลทั้งหมดจำนวน 13 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเห็ดขนและเห็ดสนิม ส่วนในบริเวณจังหวัดระยองและจันทบุรี พบความหลากหลายของชนิดพันธุ์เห็ดทะเลค่อนข้างน้อยกว่าคือพบเพียง 2-4 ชนิดเท่านั้น ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเห็ดขนและเห็ดสนิม จากภาพรวมพบว่าทะเลฝั่งอ่าวไทยในบริเวณภาคตะวันออกพบกลุ่มเห็ดขนมีการแพร่กระจายครอบคลุมอยู่ในบริเวณพื้นที่สำรวจเด่นที่สุดโดยพบแพร่กระจายอยู่ทุกพื้นที่ที่สำรวจ นอกจากนี้พบว่าเห็ดทะเลในแต่ละกลุ่มมีการแพร่กระจายตัวอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีความจำเพาะต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน กล่าวคือ กลุ่มเห็ดหูช้างมักพบมีการแพร่กระจายตัวอยู่ในบริเวณพื้นที่

ที่มีความลาดชันคล้ายหน้าผาบริเวณด้านล่างของแนวหน้าผาเรื่อยๆลงไปจนถึงพื้นทะเลที่มีลักษณะเป็นโขดหินหรือซากปะการัง กลุ่มเห็ดเรียบมักพบมีการแพร่กระจายตัวอยู่ตามบริเวณซอกของปะการังหรือซากปะการังหรือบางครั้งพบบริเวณด้านล่างของชายหนาผาที่ลาดชัน กลุ่มเห็ดสองปากมักพบมีการแพร่กระจายตัวอยู่บริเวณด้านบนของซากปะการังหรือกองหินที่มีลักษณะเป็นโขด ส่วนกลุ่มเห็ดขนและเห็ดสนิมมีลักษณะการแพร่กระจายตัวคล้ายๆกันคือ มักแพร่กระจายตัวอยู่ได้หลายรูปแบบ ทั้งแบบแนวราบปกคลุมบนซากปะการังตามพื้นทะเล แบบกระครอบคลุมบนก้อนปะการังโดยทั่วทั้งก้อน และแบบกระจายตัวอยู่ตามแนวผาลาดชัน เป็นต้น

Table 1 Diversity of mushroom anemone at eastern part of the Gulf of Thailand

Type of mushroom anemone	Exploration areas			
	Chonburi	Rayong	Chanthaburi	Trat
Rhodactis				
1. Green with Red Hairy Mushroom (A1)	+	+	+	+
2. Red with Red Hairy Mushroom (A2)	+	-	+	-
3. Green Hairy Mushroom (A3)	+	-	-	+
4. Giant Hairy Mushroom (A4)	+	-	-	-
5. Purple-Pink Rust Mushroom (B1)	+	-	-	+
6. Green Metallic Rust Mushroom (B2)	+	-	-	+
7. Striped Rust Mushroom (B3)	+	+	+	-
8. Green- Brown Rust Mushroom (B4)	+	-	+	-
9. Radiating-Spot Rust Mushroom (B6)	+	-	-	-
Actinodiscus				
10. Striped Mushroom (C1)	+	-	-	+
11. Red-Orange Spot Mushroom (C2)	+	-	-	-
12. Purple-Blue Metallic Mushroom (C3)	-	-	-	+
13. Purple-Brown Metallic Mushroom (C4)	-	-	-	+
14. Blue Spot Mushroom (C5)	-	-	-	+
15. White Striped Mushroom (C6)	-	-	-	+
16. Branch Striped Mushroom (C7)	-	-	-	+
17. Brown Rough Mushroom (D1)	+	-	-	+
18. Green Metallic-Brown Rough Mushroom (D1)	+	-	-	-
Amplexidiscus				
19. Brown Elephant Ear Mushroom (E1)	-	-	-	+

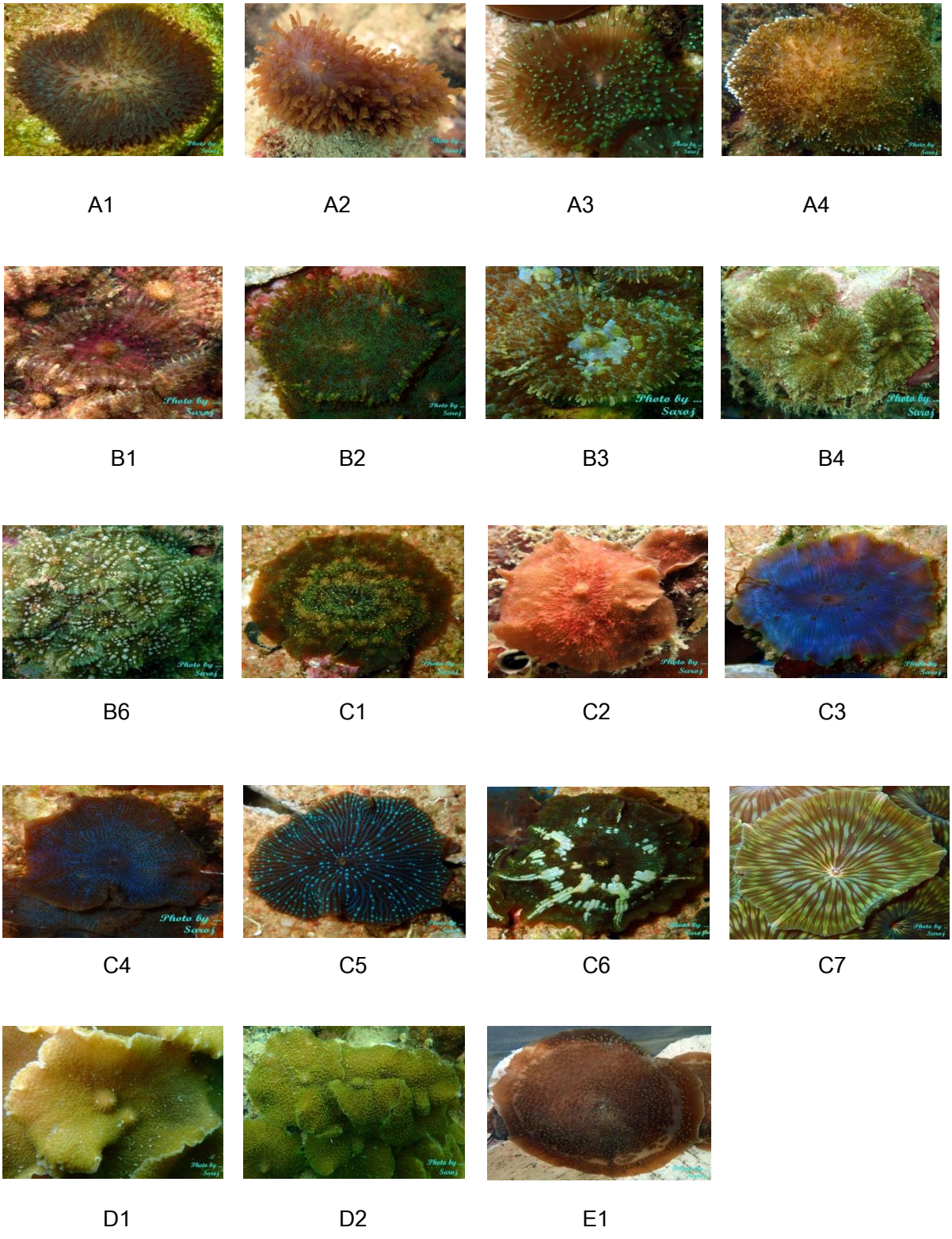


Figure 2 Type of mushroom anemone at eastern part of the Gulf of Thailand

สรุป

จากการสำรวจความหลากหลายของพันธุ์เห็ดทะเลบริเวณภาคตะวันออกของอ่าวไทย จำนวน 4 จังหวัด ประกอบด้วย ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด พบพันธุ์เห็ดทะเลเห็ดทะเลทั้งหมด 3 สกุล ประกอบด้วย สกุล *Rhoadctis* พบ 2 กลุ่ม ได้แก่ เห็ดขน (A) พบจำนวน 4 ชนิด และเห็ดสนิม (B) พบจำนวน 5 ชนิด สกุล *Actinodiscus* พบ 2 กลุ่ม ได้แก่ เห็ดเรียบ (C) พบจำนวน 7 ชนิด และเห็ดสองปาก (D) พบจำนวน 2 ชนิด และสกุล *Amplexidiscus* พบ 1 กลุ่ม ได้แก่ เห็ดหูช้าง (E) พบจำนวน 1 ชนิด โดยใช้ลักษณะภายนอกและภายในเนื้อเยื่อของเห็ดทะเล ซึ่งการจัดจำแนกอ้างอิงตามลักษณะและรูปร่างของ discal tentacle และ marginal tentacleตลอดจนทำการศึกษาด้านโครงสร้างการจัดเรียงตัวของ mesentery การศึกษาเนื้อเยื่อของโครงสร้างของ tentacle ส่วนต่างๆ รวมทั้งลักษณะและชนิดของ nematocyst ที่พบในเห็ดทะเลแต่ละกลุ่ม ในพื้นที่สำรวจบริเวณภาคตะวันออกพบว่าจังหวัดตราดเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์เห็ดทะเลแพร่กระจายอยู่มากที่สุดคือมีเห็ดทะเลอาศัยดำรงชีวิตอยู่ในพื้นที่โดยครอบคลุมทั้ง 5 กลุ่ม จากการสำรวจพบเห็ดทะเลทั้งหมดจำนวน 12 ชนิด ส่วนใหญ่ชนิดเด่นเป็นกลุ่มเห็ดเรียบและเห็ดหูช้าง รองลงมาคือจังหวัดชลบุรี สำรวจพบเห็ดทะเลทั้งหมดจำนวน 13 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเห็ดขนและเห็ดสนิม ส่วนในบริเวณจังหวัดระยองและจันทบุรี พบความหลากหลายของชนิดพันธุ์เห็ดทะเลค่อนข้างน้อยกว่าคือพบเพียง 2-4 ชนิดเท่านั้น ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเห็ดขนและเห็ดสนิม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย ภายใต้โครงการความหลากหลายของเห็ดทะเลเพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงเห็ดทะเลเชิงพาณิชย์

เอกสารอ้างอิง

บัญชา นิลเกิด. 2559. **ความหลากหลายของเห็ดทะเล อันดับ Corallimorpharia ในอ่าวไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สหภพ ดอกแก้ว และ พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล. 2549. **การสำรวจเห็ดทะเลในอันดับ Corallimorpharia บริเวณอำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง**. หน้า 144-152. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44, กรุงเทพฯ.

Carlgren, O. 1940. A contribution to the knowledge of the structure and distribution of the cnidae in the Anthozoa. **Kungliga Fysiografiska Salskapets I Lund Forhandliger**. 51: 1-62.

den Hartog, J.C. 1980. Caribbean shallow water Corallimorpharia. **Zoologische Verhandelingen**, 17: 1-83.

Schmidt, H. 1974. On evolution in the Anthozoa. **Proceedings of the 2nh International Coral Reef Symposium** 1: 533-560.

ผลของอาหารต่างชนิดในการอนุบาลลูกปลาบู่หมาจู *Brachygobius doriae* (Günther, 1868)

Effect of Different Feeds on Nursing of Bumblebee Goby *Brachygobius doriae* (Günther, 1868)

จิรวัฒน์ ผลเพิ่มพูล[1] พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล[1*] เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์[1] และ สันติ พ่วงเจริญ[2]

Jirawat Polpermpul[1], Phongchate Pichitkul[1*], Ruangvit Yoonpundh[1] and Santi Poungcharean[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการอนุบาลลูกปลาบู่หมาจูแรกฟักเพื่อการผลิตลูกพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงทดแทนการจับจากธรรมชาติ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นสองชุดการทดลอง ที่ทำในตู้กระจกขนาด 8x8x4 นิ้ว การทดลองแรกเพื่อหาอาหารมีชีวิตที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกปลาบู่หมาจูแรกฟัก อาหารมีชีวิต 6 ชนิด ได้แก่ โรติเฟอร์ I (*Brachionus* sp.), โรติเฟอร์ II (*Philodina* sp.), พารามีเซียม (*Paramecium* sp.), ไรแดงวัยอ่อน (*Moina* sp.), หนอนแดงวัยอ่อน (*Chironomus* sp.), และหนอนจิ๋ว (*Panagrellus* sp). ได้ถูกนำมาเลี้ยงลูกปลาวันละ 4 ครั้งเป็นเวลาทั้งสิ้น 10 วัน ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อาหารมีชีวิตให้ค่าอัตรารอดตายเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 13.45, 11.65, 3.34, 1.80, 0.31 และ 0.30 ตามลำดับ การทดลองที่สองเพื่อหาชนิดอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาบู่หมาจูแรกฟัก อาหารสำเร็จรูปที่ใช้ได้แก่ ผงไข่แดง, ผงโปรตีน:ผงไข่แดง 1:1, และผงโปรตีน โดยให้อาหารวันละ 4 ครั้ง เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 7 วัน จากผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอาหารทุกชนิดมีอัตราการรอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 18.33, 5.00 และ 0.00 ตามลำดับ

ABSTRACT

Feasibility study on nursing of newly hatched bumblebee goby *Brachygobius doriae* larvae was carried out in order to enhance aquaculture seedling which might substitute the natural catch. Two experiments were set within glass aquaria size 8x8x4 inches. The first experiment was set for finding the most effective live foods, therefore six type of living organisms which are Rotifer I (*Brachionus* sp.), Rotifer II (*Philodina* sp.), Paramecium (*Paramecium* sp.), Water flea larvae (*Moina* sp.), Blood worm larvae (*Chironomus* sp.), and Micro worm larvae (*Panagrellus* sp.) were separately fed to first feeding larvae four times a day for 10 days. Survival rate for particular type of food was significant difference (P<0.05) which were 13.45, 11.65, 3.34, 1.80, 0.31 and 0.30 percent, respectively. The second experiment was set to find the most suitable artificial feeding, 3 types of powder feed, the egg yolk powder, the 1:1 mixture of egg yolk and protein powder, and protein powder were fed four times a day for 7 days. All artificial feeds were not significant difference (P>0.05) on larvae survival rate, which were 18.33, 5.00 and 0.00 percent, respectively.

Keywords: Bumblebee Goby, *Brachygobius doriae*, Nursing, different feeds

*Corresponding author; e-mail address: ffispcp@yahoo.com

[1]ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ปลาบู่หมาจู Bumblebee goby (*Brachygobius doriae*) เป็นปลาสวยงามพื้นเมืองของไทยที่นิยมเลี้ยงกันทั่วไป เนื่องจากมีสีสันสวยงามรูปทรงป้อมกระทัดรัดสะดุดตา จึงทำให้มีผู้สนใจหันมาเลี้ยงปลาชนิดนี้มากขึ้น (Chote, 1981) การแยกเพศของปลาบู่หมาจู ปลาตัวผู้จะมีสีออกโทนสีเหลืองอมส้มสด และมีรูปร่างผอมบางกว่าตัวเมีย ในขณะที่ตัวเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าและท้องมีลักษณะอูมเป่งมากกว่าตัวผู้ (Monks, 2006) ไข่ปลาบู่เป็นไข่จมแบบติดกับวัสดุ (adhesive-demersal egg) ไข่นี้มีสารเหนียวทำให้ติดกับวัสดุ โดยไข่ที่ถูกปล่อยจากตัวปลาจะเริ่มมีคุณสมบัติติดกับวัสดุเมื่อสัมผัสน้ำ (อุทัยรัตน์, 2538) สามารถผสมพันธุ์วางไข่ได้ตลอดทั้งปี (สันติ, 2551) วางไข่ครั้งละประมาณ 100-200 ฟอง (จิรวัฒน์, 2557) ปัจจุบันปลาบู่หมาจูที่มีขายในตลาดปลาสวยงามในประเทศและเพื่อการส่งออกทั้งหมด ได้จากการรวบรวมจากธรรมชาติด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งทำกันอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2541) อีกทั้งผลกระทบจากมลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมที่มีมากขึ้นทุกวัน จึงทำให้ประชากรปลาบู่ลดจำนวนลงอย่างมาก

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้เกิดขึ้น เพื่อศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการอนุบาลปลาบู่หมาจูและการใช้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาบู่หมาจู ซึ่งจะเป็นอีกทางหนึ่งที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว ทั้งยังเป็นฐานข้อมูลในการอนุบาลปลาชนิดนี้ และนำข้อมูลประยุกต์ใช้วงศ์ปลาใกล้เคียงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลาบู่หมาจูแรกฟัก ได้จากพ่อแม่พันธุ์ปลาบู่หมาจู 1,000 ตัว เพาะในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยวสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์นำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตู้ทดลองขนาด 4x8x8 นิ้ว อุปกรณ์วัดขนาดกล้องจุลทรรศน์ (stereo microscope) อาหารมีชีวิตวัยอ่อน โรติเฟอร์ I (*Brachionus* sp.), โรติเฟอร์ II (*Philodina* sp.), พารามีเซียม (*Paramecium* sp.), ไรแดงวัยอ่อน (*Moina* sp.), หนอนแดงวัยอ่อน (*Chironomus* sp.), และหนอนจิ๋ว (*Panagrellus* sp). อาหารผงสำเร็จรูป ผงโปรตีน และผงไข่แดง

วิธีการทดลอง

ทดลองอนุบาลปลาบู่หมาจูแรกฟักด้วยอาหารต่างชนิดกัน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอนุบาลปลาบู่หมาจูแรกฟักด้วยอาหารมีชีวิตและอาหารสำเร็จรูป ดำเนินการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) ใช้ตู้ปลาขนาด 4x8x8 นิ้ว ปริมาตรน้ำ 3.15 ลิตร ให้อากาศ 50 มิลลิลิตรต่อนาที ทุกหน่วยทดลอง

การทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปลาบู่หมาจูแรกฟักด้วยอาหารมีชีวิตโดยใช้อาหารมีชีวิตวัยอ่อน จำนวน 6 ชนิด ทดลองชนิดอาหารละ 4 ซ้ำ โรติเฟอร์ I (*Brachionus* sp.), โรติเฟอร์ II (*Philodina* sp.), พารามีเซียม (*Paramecium* sp.), ไรแดงวัยอ่อน (*Moina* sp.), หนอนแดงวัยอ่อน (*Chironomus* sp.), และหนอนจิ๋ว (*Panagrellus* sp.) อนุบาลโดยใช้ลูกปลาแรกฟักทั้งหมด 24 ครอก ปล่อยลูกปลาแรกฟักทั้งครอกลงตู้ทดลองที่อัตราส่วนเฉลี่ยเท่ากันทุกหน่วยทดลอง เริ่มการทดลองโดยอนุบาลด้วยอาหารต่างชนิด ให้อาหารแต่ละชุดการทดลองวันละ 4 ครั้ง ในช่วงเวลา 08.30 น., 11.30 น., 14.30 น. และ 17.30 น. โดยให้กินจนอิ่มทุกตัว ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ปริมาตร 20 เปอร์เซ็นต์ของทุกหน่วยทดลองทุกวัน และอนุบาลเป็นระยะเวลา 10 วัน จดบันทึกอัตราการรอดตายหลังสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบผลทางสถิติ

การทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปลาบู่หมาจูแรกฟักด้วยอาหารผงสำเร็จรูป ผงไข่แดง, ผงโปรตีน:ผงไข่แดง 1:1, และผงโปรตีน ทดลองชนิดอาหารละ 3 ซ้ำ ปล่อยลูกปลาแรกฟักลงตู้ทดลองละ 20 ตัวทุกหน่วยทดลอง เริ่มการทดลองโดยอนุบาลด้วยอาหารต่างชนิด ให้อาหารแต่ละชุดการทดลองวันละ 4 ครั้ง ในช่วงเวลา 08.30 น., 11.30 น., 14.30 น. และ 17.30 น. โดยให้กินจนอิ่มทุกตัว ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ปริมาตร 20 เปอร์เซ็นต์ของทุกหน่วยทดลองทุกวัน และอนุบาลเป็นระยะเวลา 7 วัน จดบันทึกอัตราการรอดตายหลังสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบผลทางสถิติ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาทดลองอนุบาลปลาบู่หมาจูด้วยอาหารมีชีวิต ทดลองศึกษาอาหารที่มีผลต่ออัตรารอด จากผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อาหารมีชีวิตที่ให้อัตรารอดมากที่สุดคือ โรติเฟอร์ I (*Brachionus* sp.), โรติเฟอร์ II (*Philodina* sp.), พารามีเซียม (*Paramecium* sp.), ไรแดงวัยอ่อน (*Moina* sp.), หนอนแดงวัยอ่อน (*Chironomus* sp.), และหนอนจิ๋ว (*Panagrellus* sp). โดยมีอัตรารอดตายเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 41.00, 34.50, 9.00, 5.50, 1.00 และ 1.00 ตัว ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 13.45, 11.65, 3.34, 1.80, 0.31 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ดังตาราง (Table 1)

Table 1 Effect of living feeds were fed satiation to first feeding larvae.

	Number of the survival (eggs)		Survival rate (%)	
Feeds	Hatching larvae	Survival rate	Initial larvae	Survival rate
Brachionus sp.	299.75±20.85^{a}	41.00±22.73^{a}	98.71±0.78^{a}	13.45±6.94^{a}
Philodina sp.	294.50±17.23^{a}	34.50±29.15^{ab}	98.36±0.70^{a}	11.65±10.14^{ab}
Paramecium sp.	297.25±24.96^{a}	9.00±9.49^{bc}	98.16±1.27^{a}	3.34±6.45^{bc}
Moina sp.	304.75±25.47^{a}	5.50±9.11^{c}	98.75±0.84^{a}	1.80±3.04^{c}
Chironomus sp.	301.50±23.01^{a}	1.00±1.41^{c}	98.46±0.90^{a}	0.31±0.44^{c}
Panagrellus sp.	307.50±26.94^{a}	1.00±2.00^{c}	98.86±1.27^{a}	0.30±0.61^{c}

$^{a-c}$ Means within the same column followed by different letters were significantly different (P<0.05)

ผลจากการศึกษาทดลองอนุบาลปลาบู่หมาจูด้วยอาหารผงสำเร็จรูป ทดลองศึกษาอาหารที่มีผลต่ออัตรารอดตาย จากผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผงไข่แดง, ผงโปรตีน:ผงไข่แดง 1:1, และผงโปรตีน โดยมีอัตรารอดเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 3.67, 1.00 และ 0.00 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 18.33, 5.00 และ 0.00 ตามลำดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังตาราง (Table 2)

Table 2 Effect of powder feed were fed satiation to first feeding larvae.

	Number of the survival (Units)			Survival rate (%)		
		Yolk : Protein			Yolk : Protein	
Day	Protein powder	powder	Yolk powder	Protein powder	powder	Yolk powder
1	20.00±0.00[a]	20.00±0.00[a]	20.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
2	15.33±3.06[a]	13.00±5.20[a]	15.67±4.04[a]	76.67±15.28[a]	65.00±25.98[a]	78.33±20.21[a]
3	11.33±7.02[a]	10.67±5.69[a]	11.00±7.00[a]	56.67±35.12[a]	53.33±28.43[a]	55.00±35.00[a]
4	2.67±1.53[a]	5.00±2.65[a]	5.67±3.79[a]	13.33±7.64[a]	25.00±13.23[a]	28.33±18.93[a]
5	0.00±0.00[a]	1.33±1.15[a]	5.33±4.04[a]	0.00±0.00[a]	6.67±5.77[a]	26.67±20.21[a]
6	0.00±0.00[a]	1.00±1.00[a]	4.33±3.21[a]	0.00±0.00[a]	5.00±5.00[a]	21.67±16.07[a]
7	0.00±0.00[a]	1.00±1.00[a]	3.67±2.89[a]	0.00±0.00[a]	5.00±5.00[a]	18.33±14.43[a]

[a] Means within the same column no significantly different ($P>0.05$)

สรุป

อาหารมีชีวิตให้อัตรารอดมากที่สุด เหมาะสมในการนำไปใช้อนุบาลลูกปลาบู่หมาจุแรกฟัก คือ โรติเฟอร์ I (*Brachionus* sp.) และ โรติเฟอร์ II (*Philodina* sp.) อนุบาลลูกปลาบู่หมาจุแรกฟักรอดตายได้สูงที่สุด แต่อย่างไรก็ดีถ้าไม่สามารถหาอาหารมีชีวิตในการอนุบาลลูกปลาได้ ผงไข่แดงสำเร็จรูปยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการอนุบาลลูกปลาบู่หมาจุแรกฟัก แต่มีข้อเสียคือสลายตัวเป็นสารแขวงลอยในน้ำได้เร็วจึงอาจทำให้น้ำเน่าเสียได้ง่าย

เอกสารอ้างอิง

จิรวัฒน์ ผลเพิ่มพูล, เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์ และ สันติ พ่วงเจริญ. 2557. **การศึกษาความดกของไข่ปลาบู่หมาจู *Brachygobius doriae* (Gunther, 1868),** ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52: (สาขาประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สันติ พ่วงเจริญ. 2551. **ฤดูวางไข่และแหล่งวางไข่ของปลาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์จังหวัดลพบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2541. **การผลิตและการค้าปลาสวยงาม**. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 30/2541. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 98 หน้า

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2538. **การเพาะขยายพันธุ์ปลา**. พิมพ์ครั้งที่4. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Chote Suvatti. 1981. **Fishes of Thailand.** The Royal Institute: Thailand, 200 p.

Monks, Neale. 2006. **Brackish-Water Fishes: An Aquarist's Guide to Identification, Care & Husbandry.** TFH Publications, Inc. New Jersey.

ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากลำพู ลำพูทะเล และลำแพน

Antibacterial Activities of Extracts from *Sonneratia caseolaris, Sonneratia alba* and *Sonneratia ovata*

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์[1*] และ ณภัทร พุทธิเมธากุล[1]

Puntip Wisespongpand[1*] and Naphat Phutthimethakul[1]

บทคัดย่อ

สารสกัดด้วยอะซีโตน 70% จากลำพู (*Sonneratia caseolaris*) ลำพูทะเล (*Sonneratia alba*) และลำแพน (*Sonneratia ovata*) นำมาทดสอบการออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย 10 ชนิด โดยเปรียบเทียบระหว่างส่วนต่างๆ อายุ และสถานที่เก็บตัวอย่าง พบว่าสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของลำพูและลำแพนแต่ละชนิดออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้แตกต่างกัน โดยสารสกัดจากลำพู 5 ชนิด ได้แก่ สารสกัดจากใบอ่อน ราก ดอกอ่อน ดอกแก่ และผลอ่อน ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียในวงกว้างถึง 8 สายพันธุ์ ส่วนสารสกัดที่ออกฤทธิ์โดดเด่นต้าน *Bacillus subtilis* ได้ดีที่สุด คือ สารสกัดจากเปลือกของลำพู ใบอ่อนของลำแพนสมุทรปราการ และเกสรของลำแพนระยอง และยังมีสารสกัดที่ออกฤทธิ์ต้าน *Aeromonas hydrophila* ได้ดีที่สุด คือ สารสกัดจากดอกแก่ของลำพู ใบแก่ของลำพูทะเล ใบอ่อนของลำแพนสมุทรปราการ และเกสรของลำแพนระยอง ทั้งนี้พบว่าสารสกัดจากใบอ่อนออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้ดีกว่าใบแก่ ส่วนในดอกและผลที่มีอายุต่างกันออกฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน และลำแพนที่เก็บจากต่างสถานที่ก็ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแตกต่างกัน สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของลำพูและลำแพนมีปริมาณฟีนอลและฟลาโวนอยด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณฟีนอลระหว่าง 169.69±7.94- 232.08±3.39mgGAE/ g dry wt. และปริมาณฟลาโวนอย์ระหว่าง 23.03±0.21 - 306.98±9.00 mgQTE/ g dry wt. mgQTE/g และเมื่อตรวจสอบด้วย TLC พบว่าสารสกัดจากส่วน อายุ และสถานที่แตกต่างกัน มีองค์ประกอบของฟีนอลและเทอร์พีนแตกต่างกัน ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าลำพู ลำพูทะเล และลำแพนเป็นแหล่งที่สำคัญของสารต้านแบคทีเรียที่มีศักยภาพในการพัฒนาไปใช้ประโยชน์ในทางยาและอุตสาหกรรม

ABSTRACT

The 70% acetone extracts of *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia alba* and *Sonneratia ovata* were tested for antibacterial activity against 10 microorganisms by comparing between part, age and location. The extracts from different parts of each species showed different antibacterial activities. Five extracts from young leaf, aerial root, young flower, mature flower and yound fruit of *S. caseolaris* possessed the broad antibacterial activites against 8 microorganisms. The potent antibacterial activities against *Bacillus subtilis* were belonged to the extracts from bark of *S. caseolaris*, young leaf of *S. ovata* collected from Smutprakarn and stamen of *S. ovata* collected from Rayong. Moreover, the potent antibacterial activities against *Aeromonas hydrophila* were belonged to the extracts from mature flower of *S. caseolaris*, mature leaf of *S. alba*, young leaf of *S. ovata* collected from Smutprakarn and stamen of *S. ovata* collected from Rayong. The antibacterial activity of extracts from young leaves were higher than mature leaves while no different activities between flowers and fruits with different age. The different collected locations also affected to the different antibacterial activities of *S.ovata*. The extracts from each species had significantly different of phenol and flavonoid contents. Phenol and flavonoid contents were in the range of 169.69±7.94-232.08±3.39mgGAE/ g dry wt. and 23.03±0.21 - 306.98±9.00 mgQTE/ g dry wt., respectively. The extracts from different parts, ages and locations also showed the different composition of phenol and terpene according to TLC chromatogram. The results indicated that the extracts of *Sonneratia* spp. had the promising antibacterial activities to develop as biomedicine and for industrial purposes.

Key Words: Antibacterial, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia ovata*

*Corresponding author; e-mail address: **ffisptp@ku.ac.th**

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

มนุษย์ได้มีการใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนมากมาย เช่น เป็นแหล่งอาหาร แหล่งประมง ก่อสร้างบ้านเรือน ทำเครื่องมือประมง ถ่าน ย้อมผ้าและอวน และการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมฟอกหนังและการทำเฟอร์นิเจอร์ไม้ ทั้งนี้ประโยชน์ที่มีมาแต่โบราณกาลและมีความสำคัญคือการใช้พันธุ์ไม้ป่าชายเลนเป็นสมุนไพรในการรักษาโรคต่าง ๆ (ส่วนส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน, 2550; Bandaranayake, 2002) ลำพูและลำแพนเป็นพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่อยู่ในวงศ์ Sonneratiaceae สกุล *Sonneratia* ในประเทศไทยพบ 4 ชนิด ได้แก่ ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) ลำพูทะเล (*Sonneratia alba*) ลำแพน (*Sonneratia ovata*) และลำแพนหิน (*Sonneratia griffithii*) (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2555) ตามตำรับยาพื้นบ้านมีการใช้ส่วนต่าง ๆ ของลำพู เช่น รากใช้แก้ไข้เนื่องจากอักเสบ ถอนพิษไข้ ขับปัสสาวะ ขับนิ่ว ผลแก่แก้ท้องร่วง ใบแก้ปวดท้อง แก้พิษปลาดุกแทง และเปลือกแก้โรคผิวหนัง แก้แผลเปื่อยพุพอง แก้โรคป่วง (สมุนไพรดอทคอม, 2559) ส่วนลำพูทะเลและลำแพน ใช้ผลแก้ปวดบวมเคล็ดขัดยอก ขับพยาธิ ขับเสมหะ แก้ท้องผูก และห้ามเลือดที่แผล (ส่วนบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลนที่ 3, 2551) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลำพูและลำแพนมีสรรพคุณในทางยา รวมทั้งยาที่ใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อที่เกิดจากจุลชีพต่าง ๆ ด้วย

สารจากลำพูและลำแพนมีการออกฤทธิ์ทางชีวภาพในหลากหลายด้าน เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์ ฤทธิ์ต้านจุลชีพ (ธวัชชัย และ คณะ, 2555; Yompakdee *et al*., 2012; Haq *et al.,* 2014) ฤทธิ์ antilipid peroxidation ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Bunyapraphatsara *et al*., 2003) ฤทธิ์ปกป้องเซลล์ตับ (Charoenteeraboon *et al*., 2007) และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ acetylcholinesterase (ธวัชชัย และ คณะ, 2555) เป็นต้น ซึ่งฤทธิ์ต้านจุลชีพเป็นฤทธิ์ที่ยังคงความน่าสนใจตราบที่ยังมีการดื้อยาเกิดขึ้น ซึ่งมีรายงานการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าสารจากลำพูและลำแพนออกฤทธิ์ต้านจุลชีพได้โดดเด่นกว่าพันธุ์ไม้ชายเลนอื่น ๆ (ณัฐนันท์ และ สุชีรา, 2553; พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2555; Shamsuddin *et al*., 2013) โดยลำพูชนิด *S. caseolaris* มีการศึกษาค่อนข้างมากในไทย และมีรายงานว่ามีการออกฤทธิ์ต้านจุลชีพหลายชนิด (ธวัชชัย และ คณะ, 2555; Yompakdee *et al*., 2012) และที่น่าสนใจคือมีรายงานว่าฤทธิ์ต้านจุลชีพในเปลือกของลำพู มีความคงตัวไม่เปลี่ยนแปลงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงของ pH และอุณหภูมิ (Simlai *et al*., 2014) และยังมีรายงานว่าสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของลำพูออกฤทธิ์ต้านจุลชีพได้แตกต่างกัน (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2556; Yompakdee *et al*., 2012) และการเลือกใช้ตัวทำละลายต่างกันมีผลให้การออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียต่างกัน (Asad *et al*., 2013; Sahoo *et al*., 2012; Mitter, 2015) ทั้งนี้ยังพบว่าองค์ประกอบทางเคมีหลักที่ทำหน้าที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพรวมทั้งฤทธิ์ต้านจุลชีพ ได้แก่ สารกลุ่มซาโปนิน กลัยโคไซด์ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ ฟีนอล และน้ำมันหอมระเหย (ณัฐนันท์ และ สุชีรา, 2553; Limmatvapirat *et al*., 2011; Sahoo *et al*, 2012; Simlai *et al*., 2014)

การศึกษานี้จะเป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านแบคทีเรียในพืชสกุล *Sonneratia* คือ ลำพู ลำพูทะเล และลำแพน ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาของไทยส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาเฉพาะในลำพู ส่วนการศึกษาในลำพูทะเลและลำแพนยังมีน้อยมาก โดยเปรียบเทียบจากทุกส่วนของต้น ส่วนต่าง ๆ ที่มีอายุต่างกันและลำแพนที่เก็บตัวอย่างจากต่างสถานที่ โดยทำการทดสอบกับแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์ 5 ชนิดและทำให้เกิดโรคในสัตว์น้ำอีก 5 ชนิด รวมทั้งศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่มีรายงานว่ามักทำหน้าที่ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียในพันธุ์ไม้ป่าชายเลน ได้แก่ ฟีนอลและฟลาโวนอยด์ และศึกษาว่าแต่ละส่วนมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันหรือไม่ด้วย TLC

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างลำพูและลำแพน

เก็บตัวอย่างลำพู (*S. caseolaris*) ลำพูทะเล (*S. alba*) และลำแพน (*S. ovata*) โดยลำพูเก็บจาก อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ ลำพูทะเลจาก อ.แกลง จ.ระยอง และลำแพนเก็บตัวอย่างจาก 2 สถานที่คือ อ.เมือง จ.ระยอง และ อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ เก็บตัวอย่างพืชแต่ละชนิดแยกเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ ใบ (leaf) เปลือก (bark) ราก (aerial root) ดอก (flower) ผล (fruit) กลีบเลี้ยงผล (calyx) และเกสร (stamen) โดยส่วน

ของใบ ดอก และผลเก็บแยกเป็นส่วนที่มีอายุต่างกันด้วย เก็บตัวอย่างแต่ละส่วน 500 กรัม ตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ผึ่งตัวอย่างแต่ละส่วนให้แห้งสนิท (air dried) ประมาณ 24- 48 ชม. แล้วบดตัวอย่างให้ละเอียดด้วยเครื่องบด

การเตรียมสารสกัด

ใช้วิธีการเตรียมสารสกัดที่ดัดแปลงมาจาก Rahim *et al.* (2008) โดยชั่งตัวอย่างแห้งมา 2 กรัม สกัดด้วย Acetone 70% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 2-3 วัน กรองแยกส่วนของกากและสารสกัด แล้วนำไป centrifuge ที่ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ดูดเอาสารสกัดด้านบนที่ใสไปใช้ในการทดสอบการต้านแบคทีเรียต่อไป สารสกัดที่ใช้ในการทดสอบมีความเข้มข้นเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (น้ำหนักแห้งของพืช/ปริมาตรสารที่ใช้ในการสกัด)

การทดสอบการต้านแบคทีเรีย

ทำการทดสอบการต้านแบคทีเรียด้วยวิธีมาตรฐาน disk diffusion assay กับแบคทีเรีย 10 สายพันธุ์ โดยเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในสัตว์น้ำซึ่งได้มาจากสถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำจืด กรมประมง 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus* sp., *Staphylococus* sp., *Streptococcus agalactiae*, *Aeromonas hydrophila* และ*Vibrio cholerae* และแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์ซึ่งได้มาจากภาควิชาจุลชีววิทยา ม.เกษตรศาสตร์ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Serratia marcescens, Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa*

เตรียมเชื้อแต่ละชนิดในอาหารเหลว Tryptic soy broth จากนั้นหยดสารสกัดลงบนกระดาษทดสอบเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. ปริมาตร 30 ไมโครลิตร วางทิ้งไว้ให้กระดาษแห้ง เกลี่ยเชื้อแต่ละชนิดลงในจานเลี้ยงเชื้อแข็งด้วย cotton bud นำสารสกัดที่หยดลงบนกระดาษและแห้งสนิทแล้วมาวางลงบนจานเลี้ยงเชื้อ โดยมีกระดาษที่มียาปฏิชีวนะ Amoxiclav (Amoxillin+Clavulinic acid) และอะซีโตน 70% เป็นกลุ่มควบคุมการทดสอบ (control) ทำการทดสอบแต่ละสาร 3 ซ้ำ นำไปบ่มที่ 37°C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของ inhibition zone ที่เกิดขึ้น

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

1. การหาปริมาณ Phenol ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu (Chatatikun and Chiabchalard, 2013) โดยเตรียมกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐาน Gallic acid ให้ได้ความเข้มข้น 5 ,10 , 25 , 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นดูด Acetone 50 ไมโครลิตร ใส่ในหลุมทดลอง 96 - well plate ตามด้วยสารละลายมาตรฐาน Gallic acid และสารสกัดตัวอย่างละ 5 ไมโครลิตร สารละลาย Folin (10%) 50 ไมโครลิตร และสารละลาย Sodium carbonate (1M) 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 60 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 750 นาโนเมตร นำไปหาค่าจากกราฟมาตรฐานของ Gallic acid ซึ่งปริมาณ Phenol จะวิเคราะห์ในรูปของมิลลิกรัมสมมูลกับ Gallic acid ต่อกรัมของพืชแห้ง (mgGAE/g of dry wt.)

2. การหาปริมาณ Flavonoid ด้วยวิธี Aluminium chloride (Chang *et al.*, 2002) เตรียมกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐาน Quercetin ให้ได้ความเข้มข้น 5 ,10 , 25 , 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ดูดสารละลาย Aluminium chloride (10%) 10 ไมโครลิตร ใส่ในหลุมทดลองของ 96-well plate ตามด้วยสารละลายมาตรฐาน Quercetin และสารสกัดตัวอย่างละ 5 ไมโครลิตร Ethanol (95%) 50 ไมโครลิตร และสารละลาย Sodium acetate (1M) 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 40 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร นำไปหาค่าจากกราฟมาตรฐานของ Quercetin ซึ่งปริมาณ Flavonoid ทั้งหมดจะวิเคราะห์ในรูปของมิลลิกรัมสมมูลกับ Quercetin ต่อกรัมของพืชแห้ง (mgQTE/g of dry wt.)

3. การตรวจสอบความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีในสารสกัดจากส่วนต่างๆ ด้วย TLC chromatogram โดยหยดสารสกัด 5 ไมโครลิตรลงบนแผ่นซิลิกา $Si60_{F254}$ ใช้ Ethyl acetate : Toluene : Formic acid : Water = 80:10:5:5 เป็น mobile phase จากนั้นนำไปตรวจสอบโดยการสเปย์ด้วยสาร Ferric chloride (1% Methanol) และสาร Vanillin-sulfuric acid (Braz *et al.*, 2012) เพื่อตรวจสอบความแตกต่างขององค์ประกอบ Phenol และ Terpene ในสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ โดยสารประกอบ Phenol จะให้ spot สีน้ำเงินกับสาร Ferric chloride และสาร Terpene จะให้สีน้ำเงินกับ Vanillin-sulfuric acid

ผลการทดลองและวิจารณ์

ฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารสกัดจากลำพูและลำแพน

สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของลำพูและและลำแพนแต่ละชนิดออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้แตกต่างกัน (Table 1) โดยสารสกัดจากลำพูมีศักยภาพสูงสุด โดยมีสารสกัด 5 ชนิดที่ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียในวงกว้างถึง 8 สายพันธุ์ ได้แก่ สารสกัดจากใบอ่อน ราก ดอกอ่อน ดอกแก่ และผลอ่อน ทั้งนี้ส่วนของเปลือกและผลแก่เป็นส่วนที่ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียในวงกว้างน้อยที่สุด โดยมีรายงานว่าสารสกัดแทนนินจากใบของลำพู สามารถแสดงผลต้านจุลชีพในวงกว้างที่สุด (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2555) สำหรับสารสกัดจากลำพูที่ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้ดี โดยมี inhibition zone อยู่ระหว่าง 17-19 มิลลิเมตร เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ สารสกัดจากเปลือก กลีบเลี้ยง ดอกแก่ และเกสร ซึ่งออกฤทธิ์ต้าน *B. subtilis* และสารสกัดจากเกสรและใบอ่อนที่ออกฤทธิ์ต้าน *A. hydrophila* ได้ดี ซึ่งมีรายงานการศึกษาว่าสารสกัดเมทธานอลจากส่วนต่างๆ ของลำพู ไม่ว่าจะเป็นใบ ราก ส่วนต่างๆ ของดอก และผล ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *E. coli* และ *P. aeruginosa* รวมทั้งสายพันธุ์ดื้อยาได้ดี แต่เมื่อนำไปสกัดด้วย soxhlet พบว่าฤทธิ์ต้านจุลชีพลดลงมาก แสดงว่าสารที่ออกฤทธิ์ต้านจุลชีพน่าจะเป็นสารที่มีขั้ว (Yompakdee *et al*., 2012) แต่ในรายงานการศึกษาของ Simlai *et al*. (2014) พบว่าฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารสกัดด้วยเมทธานอลจากเปลือกลำพูมีความคงตัวไม่เปลี่ยนแปลงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงของ pH และ อุณหภูมิ และยังมีการศึกษาพบว่าสารสกัดจากส่วนใบของลำพูออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้ดีที่สุด โดยออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *B. megaterium*, *S. aureus* และ *S. aureus* สายพันธุ์ดื้อยา ในขณะที่สารสกัดจากรากและเมล็ดสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก *B. megaterium* ได้ดี ส่วนสารสกัดจากส่วนกลีบเลี้ยง เกสร และเนื้อ ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก (Yompakdee *et al*., 2012)

สารสกัดจากลำพูทะเลที่ออกฤทธิ์ต้านจุลชีพในวงกว้าง 7 สายพันธุ์ คือ สารสกัดจากใบอ่อน และ 6 สายพันธุ์ คือสารสกัดจากเปลือก สำหรับสารสกัดที่ออกฤทธิ์ได้ดี คือ สารสกัดจากใบแก่และใบอ่อนที่ออกฤทธิ์ต้าน *A. hydrophila* ซึ่งมีรายงานการศึกษาที่พบว่าสารสกัดด้วยเมทธานอลจากลำพูทะเลชนิดนี้สามารถออกฤทธิ์ต้าน *E. coli* ได้ดีที่สุด (Saad *et al*, 2012) ซึ่งในการศึกษานี้พบว่าสารสกัดจากลำพูทะเลออกฤทธิ์ต้าน *E. coli* ได้ปานกลาง และมีรายงานที่พบว่าสารกลุ่ม triterpenoid ที่สกัดจากปลือกลำพูทะเลมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแกรมบวก คือ *S. aureus* และ *Streptococcus mutans* ได้ดี (Harizon *et al*., 2015) ซึ่งในการศึกษานี้พบว่าสารสกัดจากทุกส่วนของลำพูทะเลสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ได้ คือ *Bacillus* sp., *A. hydrophila* และ *S. aureus* เช่นเดียวกัน และส่วนของเปลือกลำพูทะเลที่พบว่าเป็นส่วนที่ออกฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* ได้ดีคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Haq *et al.* (2014) และยังมีรายงานที่แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากลำพูทะเลด้วยตัวทำละลายต่างๆ ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียอีกหลากหลายสายพันธุ์ (Sahoo *et al*., 2012; Mitter, 2015)

สารสกัดจากลำแพนที่เก็บจากสถานที่ต่างกันออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้แตกต่างกัน โดยสารสกัดจากลำแพนสมุทรปราการมีสารที่ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียในวงกว้างมากกว่าระยอง โดยมาจากสารสกัดจากใบอ่อน ใบแก่ และดอกอ่อน ส่วนที่มาจากระยองมาจากส่วนผลเท่านั้น สารสกัดจากลำแพนสมุทรปราการก็ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *B. subtilis* ได้ดีที่สุดเช่นเดียวกับลำพู โดยส่วนที่ออกฤทธิ์ได้ดีคือ ใบอ่อน ใบแก่ ดอกอ่อน และเกสร ส่วนที่ออกฤทธิ์ได้ดีจากสารสกัดจากลำแพนระยอง คือ เกสร ใบอ่อน กลีบเลี้ยง และใบแก่ สารสกัดจากลำแพนออกฤทธิ์ต้าน *A. hydrophila* ได้น้อยกว่าลำพู โดยตัวอย่างที่เก็บจากสมุทรปราการมีเพียงใบอ่อนเท่านั้นที่ออกฤทธิ์ได้ดี ส่วนที่เก็บจากระยองมีความแตกต่างกัน โดยมีส่วนของเกสร ราก ใบอ่อน และเปลือกที่ออกฤทธิ์ได้ดี ซึ่งมีรายงานการศึกษาที่พบว่าสารสกัดแทนนินจากใบและเปลือกของลำแพนต้านจุลชีพได้ในวงกว้าง (พันธุ์ทิพย์ และ คณะ, 2555)

เมื่อเปรียบเทียบการออกฤทธิ์ต้านจุลชีพของส่วนต่างๆ ระหว่างพืชแต่ละชนิด พบว่าส่วนที่ออกฤทธิ์ต้านจุลชีพในวงกว้างของใบอ่อนและดอกอ่อนมาจากสารสกัดจากลำพูและลำแพนสมุทรปราการ ใบแก่คือลำแพนสมุทรปราการ เปลือกคือลำพูทะเล รากคือลำพู ดอกอ่อนคือสารสกัดจากลำพูและลำแพนสมุทรปราการ ดอกแก่คือสารสกัดจากลำพู เกสรคือลำแพนสมุทรปราการ ผลอ่อนคือลำพูและลำแพนระยอง ผลแก่คือลำพู และกลีบเลี้ยงคือลำแพนระยอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าส่วนที่แตกต่างกันของลำพูและลำแพนมีผลต่อการออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียที่แตกต่างกัน

แบคทีเรียแกรมลบ *A. hydrophila* และแบคทีเรียแกรมบวก *B. subtilis* เป็นแบคทีเรียที่มีความอ่อนไหวต่อการออกฤทธิ์จากสารสกัดทั้งลำพูและลำแพนมากที่สุด และสารสกัดยังต้านแบคทีเรียแกรมลบอีก 3 สายพันธุ์ คือ *V. cholerae*, *E. coli* และ *P. aeruginosa* ได้ด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจเนื่องจากสารสกัดที่ต้านแบคทีเรียแกรมลบได้ดีมีค่อนข้างน้อย โดยพบว่าสารสกัดจากใบลำพูเป็นสารที่แสดงผลต้านแบคทีเรีย *V.cholerae* ที่เป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคในสัตว์น้ำได้ดีที่สุด น่าจะนำไปพัฒนาใช้ในการรักษาโรคสัตว์น้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับที่มีรายงานการศึกษาว่าสารสกัดด้วยเมทธานอลจากใบลำพูในมาเลเซียมีศักยภาพสูงสุดในการยับยั้งเชื้อที่ทำให้เกิดโรคในสัตว์น้ำ ได้แก่ *V. alginolyticus* และ *V. parahaemolyticus* ที่แยกจากปูทะเลและกุ้งกุลาดำ (Shamsuddin *et al*., 2013) ส่วนแบคทีเรีย 2 ชนิดคือ *S. marescens* และ *Staphylococcus* sp. นั้นไม่มีสารสกัดใด ๆ ที่ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้เลย

สารสกัดจากลำพูและลำแพนจากส่วนที่มีอายุต่างกันออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแตกต่างกัน ในส่วนของใบพบว่าใบอ่อนออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้ดีกว่าใบแก่ โดยในลำแพนที่เก็บจากสมุทรปราการพบว่าใบแก่ก็ออกฤทธิ์ได้ดีใกล้เคียงกับใบอ่อน นอกจากนั้นยังพบว่าเมื่อใบเริ่มกลายเป็นสีเหลืองและจะร่วงลงสู่พื้น ก็พบว่าฤทธิ์ต้านแบคทีเรียลดลงกว่าใบอ่อนและใบแก่อย่างชัดเจน ส่วนดอกอ่อนและดอกแก่พบว่ามีฤทธิ์การต้านแบคทีเรียค่อนข้างใกล้เคียงกัน ส่วนในผลอ่อนและผลแก่พบว่าผลอ่อนในลำพูออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้ดีกว่า แต่ในลำแพนสมุทรปราการพบว่าผลแก่ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้ดีกว่าเล็กน้อย

Table 1 The inhibition zone (mm) of of antibacterial activities of extracts from *Sonneratia* spp.

Species/ location	Parts and age	Aquatic pathogens				Human pathogens			
		Bacillus sp.	*Streptococcus agalactiae*	*Aeromonas hydrophila*	*Vibrio cholerae*	*Bacillus subtilis*	*Staphylococcus aureus*	*Escherichia coli*	*Pseudomonas aeruginosa*
Sonneratia caseolaris (Smutprakarn)	Young leaf	12.07±0.83	9.40±0.28	17.40±0.28	15.65±4.03	14.60±1.73	13.53±0.64	14.00±1.30	13.07±0.76
	Mature leaf	11.40±0.87	9.45±0.07	15.60±0.57	-*	11.17±0.55	12.70±0.00	13.40±1.65	13.63±2.23
	Bark	13.30±0.14	11.35±0.21	-	-	19.37±0.25	-	-	-
	Aerial root	11.60±1.20	11.05±0.21	13.95±0.21	11.20±3.03	15.53±0.31	11.93±0.85	10.25±0.07	14.60±5.23
	Young flower	11.87±0.99	10.25±0.07	16.10±0.14	13.77±2.37	17.73±0.76	14.50±0.53	10.10±3.75	11.10±1.59
	Mature flower	11.73±1.10	12.30±0.14	18.30±0.14	13.63±3.27	18.07±1.68	14.65±0.07	12.23±2.40	11.70±1.06
	Young fruit	11.00±0.53	10.80±0.14	15.40±0.28	12.97±1.16	17.30±1.04	11.70±0.10	12.05±0.21	13.13±5.70
	Mature fruit	10.05±0.21	-	-	-	-	10.45±0.07	-	12.47±3.67
	Stamen	10.65±0.35	10.10±0.14	15.40±0.28	-	17.77±0.59	12.80±0.14	12.90±0.14	-
	Calyx	-	-	15.20±0.28	13.05±1.77	18.73±0.21	10.55±0.07	13.27±1.97	10.80±0.85
Sonneratia alba (Rayong)	Young leaf	14.07±2.21	11.60±0.28	15.70±1.27	-	14.87±3.00	12.03±0.31	12.37±0.81	11.17±2.11
	Mature leaf	15.43±2.46	12.90±0.14	17.50±0.42	12.57±1.94	14.37±0.67	11.33±0.31	-	-
	Bark	16.10±1.99	11.40±0.28	13.50±0.42	-	-	14.00±0.28	13.27±2.20	13.57±1.80
	Aerial root	12.53±1.45	-	16.30±0.57	-	13.03±0.97	10.80±0.20	-	11.40±0.20
Sonneratia ovata (Smutprakarn)	Young leaf	11.90±1.55	12.20±0.14	17.25±0.35	13.40±2.35	19.03±1.02	14.13±0.58	12.93±3.10	14.75±5.02
	Mature leaf	11.67±0.97	11.90±0.14	16.40±0.28	13.15±5.02	18.23±1.02	12.73±0.38	13.27±3.88	14.90±5.80
	Bark	11.90±2.04	-	-	-	11.07±0.14	-	-	-
	Aerial root	12.30±1.71	-	-	-	-	-	-	-
	Young flower	13.90±3.63	10.45±0.07	15.40±0.14	12.27±2.20	18.07±0.99	13.90±0.46	12.95±0.64	13.90±4.42
	Mature flower	11.70±1.11	9.60±0.28	14.20±0.28	-	16.77±0.67	11.70±0.14	-	14.55±3.04
	Young fruit	10.05±0.21	-	-	-	12.60±0.26	-	-	-
	Mature fruit	11.27±2.37	-	-	-	11.77±1.16	-	11.30±0.14	-
	Stamen	13.47±2.65	12.45±0.21	15.90±0.14	13.83±2.32	17.73±0.95	12.73±0.97	-	13.90±3.90
	Calyx	14.23±2.83	-	13.40±0.14	-	16.15±0.49	-	-	-
Sonneratia ovata (Rayong)	Young leaf	12.17±2.06	11.30±0.14	17.45±0.21	-	18.40±0.50	13.60±0.14	14.77±2.54	9.17±3.46
	Mature leaf	16.23±2.84	-	15.65±0.21	-	17.33±0.50	12.90±0.14	9.10±4.53	12.27±4.62
	Bark	14.13±1.74	-	17.10±0.14	-	14.50±0.62	11.40±0.28	-	11.20±1.84
	Aerial root	15.17±3.23	-	17.60±0.14	-		10.60±0.14	12.83±0.76	-
	Young fruit	9.85±0.49	9.65±0.07	15.10±0.14	11.33±0.91	16.07±1.42	13.73±1.07	13.57±2.11	10.87±1.45
	Stamen	-	11.95±0.07	18.55±0.21	-	19.50±1.04	13.60±0.14	14.83±2.61	12.10±0.20
	Calyx	-	10.05±0.21	14.45±0.07	11.20±0.14	17.63±0.42	12.60±0.14	14.40±3.81	10.33±0.15
Control	Amoxiclav	18.25±0.49	15.05±0.35	20.70±1.13	15.62±2.1	21.70±1.1	18.60±0.28	16.25±0.49	15.21±3.21
	Acetone70%	-	-	-	-	-	-	-	-

* - = *no inhibition zone*

องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากลำพูและลำแพน

รายงานส่วนใหญ่ชี้ให้เห็นว่าองค์ประกอบทางเคมีของสารในพืชสกุล *Sonneratia* คือ ฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แทนนิน เทอร์พีน อัลคาลอยด์ และซาโปนิน (ธวัชชัย และ คณะ, 2555; Wu *et al*., 2009; Limmatvapirat *et al*., 2011; Sahoo *et al*, 2012; Simlai *et al*., 2014) จากการศึกษาปริมาณฟีนอลในสารสกัดจากลำพูและลำแพนส่วนต่าง ๆ พบว่ามีปริมาณฟีนอลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2) โดยมีค่าระหว่าง 169.69±7.94- 232.08±3.39mgGAE/ g dry wt. โดยสารสกัดจากใบอ่อนของลำแพนที่เก็บจากระยองมีปริมาณฟีนอลสูงสุด ในขณะที่ใบแก่ลำแพนจากสมุทรปราการมีปริมาณฟีนอลที่สูงกว่าใบอ่อน ส่วนลำพูมีปริมาณฟีนอลสูงสุดในดอกอ่อน และลำพูทะเลมีปริมาณสูงสุดในใบอ่อนและใบแก่ ในแต่ละส่วนของลำพูและลำแพนก็มีปริมาณฟีนอลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในส่วนของใบ ลำต้น เปลือก ราก ดอก เกสร กลีบเลี้ยง และผลที่มีปริมาณฟีนอลสูงสุดมาจากลำแพนระยอง ลำพู ลำแพนระยอง ลำพู ลำแพนสมุทรปราการ ลำแพนระยอง และลำพู ตามลำดับ และในส่วนของใบ ดอก และผลที่มีอายุที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณฟีนอลแตกต่างกันน้อย สำหรับลำแพนที่เก็บจากสถานที่แตกต่างกัน พบว่าสารสกัดจากทุกส่วนของลำแพนที่เก็บจากระยองมีปริมาณฟีนอลที่สูงกว่าลำแพนที่เก็บจากสมุทรปราการ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการต้านแบคทีเรีย พบว่าลำแพนจากสมุทรปราการมีการออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้ดีกว่าลำแพนระยอง ดังนั้นฟีนอลน่าจะไม่ใช่องค์ประกอบทางเคมีเพียงองค์ประกอบเดียวที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ น่าจะมีองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ ด้วย

ปริมาณฟลาโวนอยด์ในสารสกัดจากลำพูและลำแพนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2) โดยมีค่าระหว่าง 23.03±0.21 - 306.98±9.00 mgQTE/ g dry wt. ซึ่งมีความแตกต่างกันในช่วงกว้างกว่าฟีนอลมาก โดยสารสกัดจากใบแก่ของลำแพนที่เก็บจากระยองมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุด ส่วนลำพูและลำพูทะเลมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุดในใบอ่อน แต่ในลำพูทะเลมีปริมาณฟลาโวนอยด์ที่น้อยกว่ามาก ในแต่ละส่วนของลำพูและลำแพนก็มีปริมาณฟลาโวนอยด์ที่แตกต่างกัน โดยในส่วนของใบ ลำต้น เปลือก ราก ดอก เกสร กลีบเลี้ยง และผลที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุดมาจากลำแพนระยอง ลำพู ลำแพนระยอง ลำแพนสมุทรปราการ ลำแพนระยอง ลำแพนระยอง และลำพู ตามลำดับ โดยจะพบว่าส่วนของผลมีปริมาณฟลาโวนอยด์ที่ค่อนข้างต่ำกว่าส่วนอื่นๆ และในส่วนของใบ ดอก และผลที่มีอายุที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณฟลาโวนอยด์แตกต่างกันมากกว่าฟีนอล โดยใบอ่อนมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงกว่าใบแก่ ยกเว้นใบอ่อนของลำแพนระยองที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์น้อยกว่าใบแก่ ส่วนในดอก กลีบเลี้ยง และผลที่มีอายุแตกต่างกันพบว่าปริมาณฟลาโวนอยด์ไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้มีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าองค์ประกอบหลักของสารสกัดจากลำพู คือ สารประกอบฟลาโวนอยด์ที่ชื่อว่า luteolin และ luteolin 7-O-glycoside (Limmatvapirat *et al*., 2011)

สารสกัดที่มาจากพืชต่างชนิดกัน จากส่วนที่แตกต่างกัน มีอายุที่แตกต่างกัน และเก็บจากสถานที่แตกต่างกัน มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ฟีนอลและเทอร์พีนที่ปรากฏใน TLC chromatogram แตกต่างกันไป (Figure 1) จึงมีผลทำให้การออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้แตกต่างกัน จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในรายงานที่ผ่านมาส่วนใหญ่พบสารฟลาโวนอยด์ ฟีนอล (ธวัชชัย และ คณะ, 2555; Limmatvapirat *et al*., 2011; Sahoo *et al*, 2012; Simlai *et al*., 2014) และมีการศึกษาที่พบว่า Triterpenoid เป็นสารประกอบอีกกลุ่มที่พบมากในต้นไม้ป่าชายเลนรวมทั้งในลำพูและลำแพน (Wu *et al*., 2009; Harizon *et al*., 2015) ดังนั้นการออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียในลำพูและลำแพนน่าจะเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ นอกจากฟีนอลและเทอร์พีนด้วย

Table 2 Phenol and flavonoid content in different parts, different age and different site of *Sonneratia* spp.

Species	Parts and age	Phenol (mgGAE/g dry wt.)	Flavonoid (mgQTE/g dry wt.)
	Young leaf	198.88±1.50^{bcdefgh}	285.75±10.19^{b}
	Mature leaf	193.19±1.19^{cdefghij}	212.97±7.73^{e}
Sonneratia	Bark	190.80±2.21^{cd}	82.72±10.22^{jk}
Caseolaris	Aerial root	188.36±7.63^{cdefghijk}	68.96±5.66^{lmno}
(Smutprakarn)	Young flower	205.83±8.05^{bc}	118.40±10.29^{i}
	Mature flower	199.86±7.79^{bcdefg}	138.15±3.96^{h}
	Young fruit	194.80±4.02^{bcdefghi}	67.91±3.78^{lmno}

Table 2 (con't)

Species	Parts and age	Phenol (mgGAE/g dry wt.)	Flavonoid (mgQTE/g dry wt.)
Sonneratia Caseolaris (Smutprakarn)	Mature fruit	189.52±2.26^{cdefghijk}	65.56±9.60^{mno}
	stamen	183.25±2.21^{efghijk}	38.40±4.31^{p}
	Calyx	176.61±0.79^{ijk}	74.45±9.12^{jklm}
Sonneratia Alba (Rayong)	Young leaf	185.25±9.00^{defghijk}	85.99±3.11^{j}
	Mature leaf	184.33±8.21^{defghijk}	80.93±9.63^{jkl}
	Bark	180.05±9.83^{ghijk}	58.71±5.70^{no}
	Aerial root	181.75±2.62^{fghijk}	66.61±6.31^{mno}
Sonneratia ovata (Smutprakarn)	Young leaf	189.22±3.89^{cdefghijk}	267.41±9.12^{c}
	Mature leaf	197.25±6.58^{bcdefgh}	188.46±5.42^{f}
	Bark	169.69±7.94^{k}	34.08±0.98^{pq}
	Aerial root	179.19±4.11^{hijk}	39.64±2.69^{p}
	Young flower	195.41±2.06^{bcdefghi}	226.67±9.22^{d}
	Mature flower	193.11±1.37^{cdefghij}	231.73±8.66^{d}
	Young fruit	173.72±1.95^{jk}	23.03±0.21^{q}
	Mature fruit	175.63±2.51^{ijk}	24.02±1.44^{q}
	Stamen	195.55±2.55^{bcdefghi}	157.10±9.17^{g}
	Calyx	175.75±2.02^{ijk}	57.41±7.34^{o}
Sonneratia ovata (Rayong)	Young leaf	232.08±3.39^{a}	195.01±5.82^{f}
	Mature leaf	213.83±7.31^{ab}	306.98±9.00^{a}
	Bark	188.72±7.65^{cdefghijk}	42.60±6.27^{p}
	Aerial root	200.41±0.55^{bcdefg}	87.48±9.63^{j}
	Stamen	192.69±2.05^{cdefghij}	198.52±0.98^{f}
	Yping Fruit	199.11±7.26^{bcdefgh}	38.89±6.76^{p}
	Calyx	200.63±6.34^{bcdef}	143.28±9.32^{h}

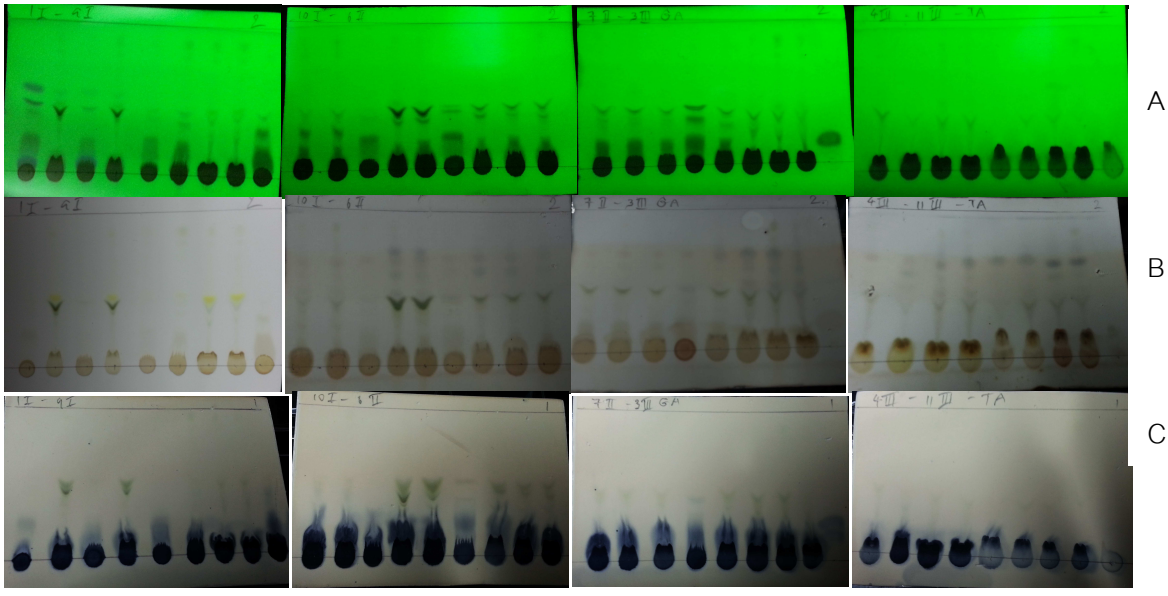


Figure 1 TLC chromatogram showed the different chemical composition of extracts from *Sonnerratia alba* (1-4), *Sonneratia ovata* (Rayong) (5-12), *Sonneratia caseolaris* (13-23) and *Sonneratia ovata* (Smutprakarn) (24-34) GA = Gallic acid, TA = Tannic acid A = UV 254 nm, B = Vanillin-sulfuric acid, C = Ferric chloride

สรุป

สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของลำพู ลำพูทะเล และลำแพน และสารสกัดจากส่วนที่มีอายุต่างกัน และที่เก็บตัวอย่างจากสถานที่ต่างกัน มีการออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้แตกต่างกัน โดยที่สารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดนี้มีศักยภาพในการไปพัฒนาเนื่องจากมีการออกฤทธิ์ในวงกว้างและออกฤทธิ์ได้ดีมี inhibition zone ขนาดใหญ่ รวมทั้งมีการออกฤทธิ์ได้ดีกับกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบด้วย สารสกัดจากพืชทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณฟีนอลและฟลาโวนอยด์ที่แตกต่างกันและอาจมีองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ เช่น เทอร์พีนที่ร่วมออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียด้วย ทั้งนี้การศึกษาสารต้านแบคทีเรียยังคงดำเนินต่อไปตราบที่สายพันธุ์ดื้อยายังมีพัฒนาการตลอดเวลา ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะสามารถนำไปต่อยอดในการศึกษาการแยกสารบริสุทธิ์ การศึกษาโครงสร้างของสาร เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ อาทิ ทางการแพทย์ อาหาร เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง บทบาทของแทนนินในการป้องกันตัวของไม้ป่าชายเลน รหัสโครงการ ก-ษ(ด)37.53 ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีงบประมาณ 2553

เอกสารอ้างอิง

ณัฐนันท์ จิตรภิรมย์ และ สุชีรา เรศสุข. 2553. **การตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสมุนไพรป่าชายเลนและป่าชายหาด**. โครงการพิเศษ, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ธวัชชัย แพชมัด, เกษร จันทร์ศิริ และ จุรี เจริญธีรบูรณ์. 2555. **การพัฒนาสารสกัดจากลำพูและการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อใช้ทางยาและเครื่องสำอาง**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์, ฤทธิรงค์ พรหมมาศ, อรรถวุฒิ กันทะวงศ์, และ วีระพงษ์ ศรีโฉมงาม. 2555. บทบาทของแทนนินในการป้องกันตัวของพรรณไม้ชายเลน 6 ชนิด, น.544-552. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 50 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล่มที่ 1** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ส่วนบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลนที่ 3. 2551. **สมุนไพรในป่าชายเลน**. บ.หาดใหญ่เบสท์เซลล์แอนด์เซอร์วิส.

ส่วนส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน. 2550. **คู่มือความรู้เรื่องป่าชายเลน**. สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน. 2555. **พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

สมุนไพรดอทคอม. 2559. **ลำพู**. แหล่งที่มา http://www.samunpri.com, 25 ตุลาคม 2559.

Asad, S., Hamiduzzaman, M., Azam, A.T.M.Z., Ahsan, M. and Masud, M.M. 2013. Lupeol, oleanic acid & steroids from *Sonneratia alba* j.e. Sm (sonneratiaceae) and antioxidant, antibacterial & cytotoxic activities of its extracts. **IJARPB**. 3(4): 1-10.

Bandaranayake, W.M. 2002. Bioactivities,bioactive compounds and chemical constituents of mangrove. **Plants Wetlands Ecology and Management**.10: 421–452.

Braz, R., Wolf, L.G., Lopes, G.C. and de Mello, J.C.P. 2012. Quality control and TLC profile data on selected plant species commonly found in the Brazilian market. **Rev. bras. farmacogn.** 22(5): 1111-1118.

Bunyapraphatsara, N., Jutiviboonsuk, A., Sornlek, P., Therathanathorn, W., Aksornkaew, S., Fong, H.H.H., Pezzuto, J.M. and Kosmeder, J. 2003. Pharmacological studies of plants in the mangrove forests. **Thai Journal of Phytopharmacy**. 10(2) : 1-12.

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. **Journal of Food and Drug Analysis**, 10: 178-182.

Charoenteeraboon, J., Wetwitayaklung, P., Limmatvapirat, C. and Phaechamud, T. 2007. Hepatoprotective activity from various parts of *Sonneratia caseolaris*. **Planta Med**. 73 (9): 997.

Chatatikun, M. and Chiabchalard, A. 2013. Phytochemical screening and free radical scavenging activities of orange baby carrot and carrot (*Daucus carota* Linn.) root crude extracts. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.** 5(4): 97-102

Haq, I., Hossain, A.B.M.S., Khandaker, M.M., Merican, A.F., Faruq, G. , Boyce, A.N. and Azirun, M.S. 2014. Antioxidant and antibacterial activities of different extracts and fractions of a mangrove plant *Sonneratia alba.* **Int. J. Agric. Biol.** 14: 707-714

Harizon, P.B., Kurnia, D., Sumiarsa, D., Shiono, Y., and Supratman, U. 2015. Antibacterial triterpenoids from the bark of *Sonneratia alba* (Lythraceae). **Nat. Prod. Commun.** 10(2): 277-80.

Limmatvapirat, C., Charoenteeraboon, J., Wetwitayaklung, P., Sukonpan, C. and Phaechamud, T. 2011. Stability and antioxidant activity of polyphenols in methanolic extracts of *Sonneratia caseolaris* seeds. **Advanced Materials Research** 146-147: 1062-1065.

Mitter, C.S. 2015. Antibacterial spectrum and activity guided evaluation of bark of *Sonneratia alba*. **IJSR**. 4(6): 1224-1226.

Rahim, A. A., Rocca, E., Steinmetz, J., M. Kassim, J., Ibrahim, M. S. and Osman, H. 2008. Antioxidant activities of mangrove *Rhizophora apiculata* bark extracts. **Food Chem.** 107: 200-206.

Saad, S., Muhammad T.M., Susanti, D., Qaralleh, H. and Awang, A.F.I. 2012. *In vitro* antimicrobial activity of mangrove plant *Sonneratia alba*. **Asian Pac J Trop Biomed.** 2(6): 427–429.

Sahoo, G., Mulla, N.S.S., Ansari, Z.A. and Mohandass, C. 2012. Antibacterial activity of mangrove leaf extracts against human pathogens. Indian **J. Pharm. Sci.** 74(4): 348-351.

Shamsuddin, A.A., Najiah, M., Suvik, A., Azariyah, M.N., Kamaruzzaman, B.Y., Effendy, A.W. and Akbar John, B. 2013. Antibacterial properties of selected mangrove plants against *Vibrio* species and its cytotoxicity against *Artemia salina*. **World Applied Sciences Journal**. 25(2) : 333-340.

Simlai, A., Rai, A., Mishra, S., Mukherjee, K. and Roy, A. 2014. Antimicrobial and antioxidative activities in the bark extracts of *Sonneratia caseolaris*, a mangrove plant. **EXCLI J.** 29(13):997-1010.

Wu, S., Wen, Y., Li, X., Zhao, Y., Zhao, Z. and Hu, J. 2009. Chemical constituents from the fruits of *Sonneratia caseolaris* and *Sonneratia ovata* (Sonneratiaceae). **Biochemical Systematics and Ecology** 37(1): 1- 5.

Yompakdee, C., Thunyaharn, S. and Phaechamud, T. 2012. Bactericidal activity of methanol extracts of crabapple mangrove tree (*Sonneratia caseolaris* Linn.) against multi-drug resistant pathogens. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences** 74(3): 230–236.

Effects of Fish Protein Hydrolysate Supplementation on Chemical Composition and Meat Quality of Asian Red-tail Catfish (*Hemibagrus wyckioides)*

Khambou Tayyamath[1,2], Mintra Seel-audom[1], Wanaporn Tapingkae[1], Hans-Jürgen Langholz[1], Laddawan Krongpong[3] and Kesinee Gatphayak[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเซทจากปลา (FPH) 4 ระดับ (0, 50, 100 และ 150 กรัม/กก) ต่อองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพเนื้อของปลากดคัง (*Hemibagrus wyckioides*) โดยใช้ลูกปลากดคังทั้งหมดจำนวน 720 ตัว (น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 5.45±0.05 กรัม) เลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียนโดยมีอุณหภูมิน้ำ 26±1 องศาเซลเซียส ให้อาหารปลา 2 ครั้ง/วัน ให้กินจนอิ่ม หลังจาก 14 สัปดาห์ของการทดลองพบว่า น้ำหนักสุดท้ายของปลาในกลุ่มที่เสริมด้วย FPH 100 กรัม/กก มีค่าสูงสุด (91.67 กรัม/ตัว) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในขณะที่กลุ่มที่เสริม FPH ระดับ 0, 50 และ 150 กรัม/กก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.67, 84.67 และ 90.00 กรัม/ตัว ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่ากลุ่ม FPH100 มีค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อและน้ำหนักหัวสูงที่สุด ส่วนกลุ่มที่มีเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายในสูงสุด คือ FPH150 ($P<0.05$) การทดแทนปลาป่นด้วย FPH ยังส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา โดยค่าความชื้นของเนื้อปลากลุ่ม FPH100 และ 150 g/kg มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ทดแทนและกลุ่มที่ทดแทนในระดับ FPH50 g/kg ($P<0.05$) ส่วนประกอบของไขมัน (lipid) ในเนื้อปลาลดลงในทุกกลุ่มที่ทดแทนปลาป่นด้วย FPH ($P<0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากไขมันในสูตรอาหารที่มีการทดแทนปลาป่นด้วย FPH มีไขมันต่ำ ในขณะที่ค่าโปรตีนของเนื้อปลาไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) จากการทดลองวัดค่าสีของเนื้อและหนังปลาแต่ละกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ดังนั้นการเสริมด้วย FPH ที่ ระดับ 100 g/kg ในอาหารปลากดคังทำให้เพิ่มขึ้นของน้ำหนักสุดท้ายสูงที่สุด มีค่าเปอร์เซ็นต์ซากที่ดีกว่าและมีส่วนประกอบของไขมันในเนื้อปลาต่ำลงได้

คำสำคัญ: ปลากดคัง, โปรตีนไฮโดรไลเซทจากปลา, คุณภาพเนื้อ

[1]Department of Animal and Aquatic Science , Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200

[2]Department of Animal Science , Faculty of Agriculture and forest resource, Souphanouvong University

[3]Coastal Aquatic Feed Research Institute, Department of Fisheries

*Corresponding author: tikki.cmu@gmail.com

ABSTRACT

The experiment was conducted to determine the effects of fish protein hydrolysates (FPH) levels (0, 50, 100 and 150 g/kg) on chemical composition and meat quality of Asian Red-tail Catfish. Total of 720 juveniles fishes (average initial body weight 5.45±0.05 g) were reared in a circulating water system at water temperature of 26±1°C. Fishes were fed twice a day until satiation. After 14 weeks of trial, FPH100 showed the highest final body weight with 91.67 g/fish while PPH0, 50 and 150 were 85. 67, 84.67 and 90 g/fish respectively. FPH100 also showed the highest fillet yield and head weight, while the high viscera weight was FPH150 ($P<0.05$). The increasing of FPH levels affected better muscle chemical compositions of fish ($P<0.05$). The muscle moisture content of fish fed diets containing FPH 100 and 150 g/kg was higher ($P<0.05$) than that of fish fed diets containing 50 g/kg and none. The muscle lipid contents were reduced in the muscle of fish fed all levels of FPH ($P<0.05$). This was due to reduction of lipid content in FPH containing feed. The muscle protein content were not statistically significantly different ($p > 0.05$). The flesh color of fish in all metrics of L*a*b*of Asian red-tail catfish showed meat and skin color were not significant different ($P>0.05$). Thus, fish fed FPH 100 g/kg diet showed highest body weight, better carcass percentage with low fat in muscle composition

Keywords: Asian red-tail catfish, fish protein hydrolysate, meat quality

INTRODUCTION

Asian Red tail catfish (*Hemibagrus wyckioides*) is a native fish of many rivers in the Asian countries, particularly Thailand, Laos, Cambodia, Myanmar and also China (Kottelat, 1998). Its fleshes gain a high demand among the fish consumers, thus its marketable price is soaring higher than some other kinds of fish such as the Nile tilapia (*Oreochromis* sp.), walking catfish (*Clarias* sp.) and others (Tippayadara *et al.,* 2014). In Thailand red tail catfish is a popular species cultured in cages to attain marketable sizes. The fish also does well across a broad water chemistry and temperature range, and eats a wide variety of prepared, frozen and live foods, which makes it become an excellent candidate species for intensive aquaculture (Ng and Rainboth, 1999).

Fish meat are a source of high quality protein, vitamins, and essential minerals. Information on fish chemical composition is highly relevant for the standardization of food products based on nutritional criteria. The quality of fish carcass is a necessary factor to define the preparation process of the products and cuts (Freato *et al*., 2005). Further, information on the processing yield may be of great help for fish quality control and for the tracing system, with an increase in profits in the processing chain (Galvão *et al*., 2010). Studies on the effect of weight on yield, especially with regard to the presentation forms of the product to consumers (carcass yield) may greatly improve meat yields and profits.

Flesh quality is a complex set of characters involving intrinsic factors such as texture, chemical composition, colour, fat content (Fauconneau *et al.*,1995), and is heavily influenced by extrinsic factors such as pre- and post-slaughter handling procedures (Dunajski, 1979; Gjerdrem, 1997. In farmed fish, feeding with artificial diets provides a wide range of nutrients and this fact, not only determines fish growth rate but flesh composition, in particular the lipid content, which may be quantitatively and qualitatively modified (Izquierdo *et al.,*2003). Concerning the organoleptic properties, a high content of fat in the farmed fish could lead to a lower texture, but texture is also related to other factors, such as collagen content of the flesh and the muscle fibre size (Johnston *et al.,* 2000a).These are plastic processes, whose balance in growing fish depends on both intrinsic (genotype)(Johnston and McLay, 1997; Johnston *et al.,* 2000), and extrinsic factors such as temperature (Johnston *et al.,* 2003), photoperiod (Johnston et al., 2003b), diet (Kiessling *et al.,* 1991) and ecological context (Johnston et al., 2000c,d). Peritoneal fat can dramatically increase and affect filleting yield, both in the case of salmons and gilthead sea bream (Einen and Roem, 1997; Company *et al.,* 1999).

Fish Protein Hydrolysate (FPH), the conversion products from sea food processing industries waste, which includes head, skin, trimmings, fins, frames, viscera and roes, are nutritional supplements as bioactive compounds and can be easily absorbed and utilized for various metabolic activities in other to stimulant feed intake of fish. The protein hydrolysates containing mostly di- and tripeptides are absorbed faster than intact protein. Thus, in human, FPH effects blood amino acid levels, muscle protein anabolism and body composition (Manninen, 2009). FPH production has a potential as an economical and practical way of converting fish by-products into acceptable protein ingredients for the fish feed industry. FPH have been used as substitutes for fish meal in aquaculture feeds in order to enhance the growth and survival of marine fish (Hardy, 1991). Several studies have investigated the effects of dietary hydrolysed protein on the growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) (Lall, 1991; Berge and Storebakken, 1996), rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (Aksnes *et al.,* 2006), goldfish (*Carassius auratus*) (Szlaminska *et al.,* 1991), tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Lapie and Biqueras-Benitez, 1992; Fagbenro *et al.,* 1994), carp larvae (Cyprinus carpio) (Carvalho *et al.,* 1997), and Japanese sea bass (Lateolabrax japonicas) (Liang *et al.,* 2006). Therefore, the aim of the present study was to the aim of the present study was to determine the effects of fish protein hydrolyses on muscle chemical composition, carcass and flesh quality of Asian Red-tail Catfish

MATERIALS AND METHODS

1. Experiment design

A Completely Randomized Design (CRD), 4 treatments and 3 replications was applied. Each treatment diet contain 32% of crude protein by adding different levels of FPH (Table1).

Table 1 Feed composition of the difference levels of FPH for Asian red-tail catfish

Ingredients	Diet (Level of fish protein hydro lysate as fish meal replacement; g Kg^{-1})			
	1(0)	2(50)	3(100)	4(150)
Fish meal	300	250	200	150
FPH	0	50	100	150
Soybean meal	252	273	295	315
Corn meal	100	100	100	100
Rice bran	185	164	142	122
Wheat flour	100	100	100	100
Soil bean oil	20	20	20	20
Vitamin C	3	3	3	3
Vitamin premix	20	20	20	20
Minerals premix	20	20	20	20
Total (g)	1,000	1,000	1,000	1,000
Proximate composition				
Dry Matter (DM)	812.42	817.71	834.43	848.82
Crude Protein (CP)	321.51	325.53	321.28	321.37
Fat	133.24	115.46	107.38	103.62
Ash	97.14	91.36	84.84	79.45
Crude Fiber (CF)	42.22	34.83	52.62	43.45
NFE	450.93	467.36	458.13	476.23

2. Experimental diets preparation

Fish Protein Hydrolysates dry powder, it mainly contain of head, skin, trimmings, fins, frames, viscera and roes of Slender rainbow sardine (*Dussumieria elopsoides)* hydrolyzed by *Lactobacillus plantarum* 541 for 16 hours then dried spray in 105°C with chemical composition of 41% , 7.79 %, 16.22% and 5.11% for crude protein, moisture, fat and ash respectively. The protein level of diet is

certainly adequate for juvenile Asian catfish due to NRC (1993). Vitamin C, vitamin premix and mineral premix use as the same level of Deng *et al.* (2011). Experiment diet proximate were analyzed by (AOAC, 1990). The diets was prepared by mixing of the dry ingredients with soybean oil and water by mixer and then the wet dough was placed in a grinder, extruded to pass through a 2 mm mesh sieve, and finally the moist pellets was dried in 50 °C for 24 hours, and then stored in the fridge at 20°C for further uses. Essential and non-essential amino acids of FPH show in Table 2.

Table 2 Essential and non-essential amino acid in Fish protein hydrolysates

Essential amino acid	g/100g	Non-essential Amino Acid	g/100g
Histidine	1.04	Taurine	0.72
Isoleucine	1.72	Aspartic acid	3.58
Leucine	3.05	Threonine	1.84
Lysine	3.94	Serine	1.41
Methionine	1.28	Glutamic acid	5.76
Phenylalanine	1.70	Proline	1.90
Threonine	1.84	Glycine	3.00
Valine	2.09	Alanine	2.86
		Cystine	0.35
		Tyrosine	0.71
		Arginine	2.26

3. Fish maintenance for experiment

Asian Red tail catfish fingerlings were obtained from the Thongchai Fish Farmed, Chiang Mai. The experiment was carry out at the Mae Hia Agricultural Research, Demonstrative, and Training Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. The fish were reared in circle fiber tanks upon arrival and rearing until juvenile size. The total of 720 Asian Red-tail catfish juveniles average of initial body weight 5.45±05 g were reared in a circulating water system at approximately temperature of 26±1˚C. Fish were daily hand-fed to apparent satiation twice (08:00 and 20:00) daily for 14 weeks. Water flow rate was 5 L mn^{-1} recirculate through biological and mechanical filters utilizing high-density polyester screens to remove particulate material and provide substrate for nitrifying bacteria, and water temperature was maintained at 26±1 ˚C using a heating rod. All rearing tanks was provided with continuous aeration, any uneaten feed was collected 1 h after every feeding

4. Slaughter

At the end of feeding trial, 3 fishes from each tank were randomized to carry out for flesh quality, slaughtering fish was followed to method of Huidobro.,*et al* (2001). Fish were immature in ice plus water box to kill for 5 mn then slaughter by remove liver, intestine, kidney and separate head, skin, trimmings, fins, frames, viscera, roes and born. After slaughter, fish were kept in ice box and transported to laboratory for chemical analysis

5. Chemical composition and meat quality

Proximate analysis of muscle Composition. The moisture content was determined by drying samples at a temperatureof 105˚C to constant weight (AOAC, 1990); the total protein was determined by Kjeldahl's method with the multiplier 6.25; and the lipid content was determined by Soxhlet's method, with petroleum ether as solvent. The ash amount was determined by the mineralization of the samples at a temperature of 550–600˚C (AOAC, 1990).The pH was measured at 25˚C using a pH meter (Testo205 instrument, Germany) applied directly on flesh.

Measurement of Carcass quality. Fillet yields with skin (FY) were calculated for carcass without head and viscera, viscera weight (VW), Head weight (HW), liver weight (LW). All yield rates were calculated according to total weight.

Measurement of Flesh color. The color measurements of the fish samples were carried out using the Konica Minolta Chromometer (CR 400 Osaka, Japan). Following calibration with the white reference tile, it was applied directly to the fish slices and fish skin samples. The lightness (L* value) and the color (a*: red/green, b*: blue/yellow) were measured three times on the skin and the meat samples, and the results are presented as the mean ± *SD* for the triplicate samples.

6. Statistical analysis

All data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's multiple test. The level of significance was set at $P<0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

1. Carcass yield

FPH can significant affect fish growth with fish weight relate to carcass yield ($p<0.05$). As the results, FPH100 showed a high final body weight with 91.67 g/fish while FPH0, 50 and 150 were 85. 67, 84.67 and 90 g/fish. Significant differences ($p<0.05$) were reported for percentage of fillet yield, viscera weight. At the end of the trial, FPH100 showed a high fillet yield and head weight while a high viscera weight was FPH150. However, there was no significant difference between percentage of liver weight (LW) (Table 3). Souza *et al*. (2015) reported that carcass yields depend on several factors, such as size, age, sex, anatomic shape of the body, head size and weight of viscera, skin and fins. Galvão *et al.,* (2010) report fillet yield in fish is closely related to condition factor and head proportion.

Moreover, yields in farmed fish may also be influenced by culture conditions such as feed, water temperature and breeding structures. Belong to this study, fish were culture in recirculation system. When compare to other carcass species fish, In the case of Thailand tilapia (*Oreochromis.* spp) average filleting yield was 31.0%, ranging between 28.9 and 33.6%, supplemented by 36.0% for head and viscera, 8.0% for skin, 22.0% for bone residues and 3.0% for other wastes (Pinheiro et al., 2006). Souza *et al* (2015) report fillet yield of rainbow trout ranging between 45.29 and 47.61 % (fillet with skin), 11.11 and 13.27% for head, 17 and 18% for viscera, 6.38% for skin, 58.85% for bone and residues.

Table 3 Carcass Quality of Asian red-tail catfish rear in recirculation system for 14 weeks

factors	FPH0	FPH50	FPH100	FPH150	P- Value
final body weight (g)	85.67^{a}	84.67^{a}	91.67^{c}	90^{b}	
Carcass percentage					
Fillet yield with skin (%)	43.71^{b}	41.72^{a}	44.61^{b}	44.07^{b}	<0.001
Viscera weight (%)	13.49^{a}	13.64^{ab}	14.18^{b}	14.32^{c}	0.030
Liver weight (%)	3.63^{a}	3.94^{a}	4.24^{a}	4.32^{a}	0.217
Head weight (%)	22.05^{a}	22.43^{ab}	23.27^{b}	22.46^{ab}	0.046
Lipid weight (%)	2.92^{c}	2.72^{b}	2.56^{a}	2.55^{a}	<0.001
Rest (%)	14.21^{bc}	15.55^{c}	11.14^{a}	14.11^{ab}	<0.001

^{ab} Means in the same row followed by different superscript are significantly different ($p < 0.05$).

2. Muscle composition

According to the results obtained in this research, increasing FPH levels affected (P<0.05) the muscle compositions of fish. The muscle moisture content of fish fed diets containing FPH 100 and 150 g/kg was higher (P<0.05) than that of fish fed diets containing 50 g/kg and none. The muscle lipid contents were reduced in the muscle fish fed with FPH of all levels (P<0.05). While muscle protein content were not statistically significantly different (P>0.05).Similar results have been reported by Deng *et al* (2011) muscle moisture and protein contents increased with the increasing fish weight. The muscle lipid contain were low when increase FPH level due to fat content for FPH were below 5% (Abdul-Hamid *et al.,* 2002). Recent studies indicate that only dietary lipid level may influence the carcass lipid level, whereas the dietary protein or ash level does not affect the same elements of the body carcass when the fish weight is taken into account (Lupatsch *et al.,* 2001). However, flesh protein content is less influenced by external feeding since it is mainly dependent on intrinsic factors such as the fish species, variety and size (Bbrresen, 1992; Shearer, 1994; Huss, 1999). In this study, the pH values were measured in order to determine the chemical quality of Asian red-tail catfish and

the suitability for consumption. The pH values of the raw Asian red-tail catfish samples measured in 45 minutes and 24 hours after slaughtering, the value were not statistically significantly different ($p > 0.05$) rank between 6.67 – 6.72 for 45 minute and 6.29 – 6.36 for 24 hours (Table 4). Ludorff and Meyer (1973) reported that the pH value should be between 6.00–6.50 for fresh fish, and the upper limit of acceptability is 6.80–7.00.

Table 4 Composition wet muscle of Asian red-tail catfish by proximate analysis

sample	Moisture %	Crude protein (%)	Lipid (%)	Ash(%)	pH	
					45 mn	24 h
FPH0	80.47[a]	16.61[a]	13.32[b]	5.43[a]	6.67[a]	6.29[a]
FPH50	80.25[a]	16.63[a]	10.54[a]	5.57[ab]	6.72[a]	6.36[a]
FPH100	81.45[b]	16.66[a]	10.73[a]	5.69[b]	6.71[a]	6.36[a]
FPH150	81.56[b]	16.69[a]	10.63[a]	5.61[ab]	6.72[a]	6.36[a]
P- Value	<0.001	<0.001	<0.011	0.130	0.868	0.671

[a,b]Means in the same column followed by different superscript are significantly different ($p < 0.05$).

3. Flesh color analysis

The flesh color of fish may vary from one to the other part of the body. According to our results, Asian red-tail catfish meat fed diet without FPH has a brighter appearance with an average of 40.9 while a bright skin color was FPH50 with 39.46 as the L* value. In addition FPH50 also show a high value of red meat with 3.06 while high red skin was FPH150 with 2.17 as a* value. To be observe that FPH150 show a high meat and skin blue color with 0.07 and -0.44 respectively, as b*: value. However, all metrics of L*a*b*of Asian red-tail catfish meat and skin are not significant different (P>0.05). (Table 5). The result of this study were slightly high when compare to Singpa (2014) reported flesh color of Asian red-tail catfish culture in pond and in fiber tanks were not difference, but skin color were significant difference with value of L* A* B* were 32.79, 1.81, -1.46 for fish culture in fiber tanks and 29.22, 2.14, 12.72 for fish culture in pond.

Table 5 Color analysis of raw Asian red-tail catfish flesh

sample	Fish part	L*	A*	B*
FPH0	skin	36.44	1.45	-1.54
	meat	40.9	2.08	-0.25
FPH50	Skin	39.46	1.36	-3.25
	meat	39.84	3.06	-0.8
FPH100	Skin	35.49	1.25	-1.17
	meat	40.1	2.78	-0.53
FPH150	Skin	33.53	2.17	-0.44
	meat	40.71	2.48	0.07

The mean color analysis value L A* B* of Asian red-tail catfish are not significant different (P>0.05)

CONCLUSION

The increasing levels of FPH in Asian red-tail catfish diet, the results indicated that fish fed FPH 100 g/kg diet showed highest final body weight(P<0.05) and better carcass percentage (p<0.05) with low lipid contain in fish muscle. The low lipid contain in fish muscle than none FPH feed. This was due to low lipid content in feed.

In the near future, the Asian red-tail catfish obtained via aquaculture is expected to contribute to be the nutrition for people in Mekong sub-region countries.

ACKNOWLEDGEMENT

A grateful thanks to Chiang Mai University that supported for this research and FPH was supported by Coastal Aquatic Feed Research Institute, Chonburi, Department of Fisheries, Thailand.

REFERENCES

AOAC. 1990. Official methods of chemical analysis, Association of Official Agricultural Chemists, Inc. Washington, DC.

Abdul-hamid, A., J. Bakar and G.H Bee. 2002. Nutritional quality of spray dried protein hydrolysates from Black Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). **Food Chemistry**, 78: 69–74.

Aksnes, A., B. Hope, E. Jönsson, B.T. Björnsson and S. Albrektsen. 2006. Size-fractionated fish hydro-lysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high plant protein diets. I: Growth, growth regulation and feed utilization. **Aquaculture**. 261: 305–317.

Choi, Y.J., S. Hur, B.D. Choi, K. Konno and J. W. Park. 2009. Enzymatic hydrolysis of recovered protein from frozen small croaker and functional properties of its hydrolysates. **Journal of Food Science**. 74: C17–C24.

Deng, J., X. Zhang, B. Bi, L. Kong and B. Kang. 2011. Dietary protein requirement of juvenile Asian Redtailed catfish *Hemibagrus wyckioides.* **Animal feed science and technology**.*170*(3): 231-238.

Dunajski, E. 1979. Texture of fish muscle. **J. Texture Studies.** 10: 301–318.

Einen, O. and A.J. Roem, 1997. Dietary protein/energy ratios for Atlantic salmon in relation to fish size: growth, feed utilization and slaughter quality Aquaculture. **Nutrition**, 3: 115–126.

Fagbenro, O., K. Jauncey and G. Haylor. 1994. Nutritive value of diets containing dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal for juvenile *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. **Aquat. Living Resource**. 7: 79–85.

Gjedrum, T. 1997. Flesh quality improvement in fish through breeding. **Aquacult. Int.** 5: 197–206.

Hardy, R.W. 1991. Fish hydrolysates: production and use in aquaculture feeds. In: Akiyama, D.M., Tan, R.K.H. (Eds.), Proc. Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. American Soybean Association, Singapore, 109–115.

Huidobro, A., R. Mendes and M. Nunes. 2001. Slaughtering of gilthead seabream (Sparus aurata) in liquid ice: influence on fish quality. **European Food Research and Technology**. *213*: 267-272.

Izquierdo, M.S., A. Obach, L. Arantzamendi, D. Montero, L. Robaina and G. Rosenlund. 2003. Dietary lipid sources for sea bream and sea bass: growth performance, tissue composition and flesh quality. **Aquac. Nutr**. 9: 397–407.

Johnston, I.A. and H..A. McLay. 1997. Temperature and family effects on muscle cellularity at hatch and first feeding in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). **Canadian Journal of Zoology**. 75(1): 64-74.

Johnston, A., R. Alderson, C. Sandham, A. Dingwall, D. Mitchell, C. Selkirk, D. Nickell, R. Baker, B. Robertson, D. Whyte and J. Springate. 2000. Muscle fibre density in relation to the colour and textural of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)**. Aquaculture**. 189: 335-349..

Manninen, H..A. 2009. Protein hydrolysates in sports nutrition. Nutrition & Metabolism. 6:38 doi:10.1186/1743-7075-6-38

Ng, H.H and W.J. Rainboth. 1999. The bagrid catfish genus Hemibagrus (Teleostei: Siluriformes) in Cent-ral Indochina with a new species from the Mekong River. Raffles Bull. **Zool**. 47: 555–576.

Pinheiro, L.M.S., R.T. Martins., L.A.S. Pinheiro and L.E.L. Pinheiro. 2006. Industrial file fish processing yield of Thailand tilapia (*Oreochromis spp*.). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinariae Zootecnia**. 58(2): 257-262.

Shearer, K.D.1994. Shearer Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**. 119: 63–88.

Singpa B. 2014. Effects of feeding regime and density on productive efficiency of Red-Tailed Mytus (*Hemibagrus wyckioides*). M.Sc.Thesis. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. 130 p.

Souza, M. L. R. D., E.M. Macedo-Viegas., J. A.S. Zuanon., M.R.B.D Carvalho and E.S D.R .Goes. 2015. Processing yield and chemical composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with regard to body weight. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. *37*(2): 103-108.

Tippayadara, N., S. Doolgindachbaporn and A. Suksri. 2014. Effects of Feeding Rates on Growth Performance, Feed Utilization and Body Composition of Asian Red Tail Catfish (*Hemibagrus wyckioides*), Cultured in Northeast Thailand. **Pakistan Journal of Biological Sciences**. 19(2): 57.

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในรอบวัน บริเวณพื้นท้องน้ำ ปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม : กรณีการตายของปลากระเบนราหูน้ำจืด

Diurnal Variation of Bottom-Water Quality at the Mae Klong Estuary, Samutsongkharm Province : Case Study of The Giant Freshwater Stingray is Death

นฤชล ภัทราปัญญาวงศ์[1*] และวีรกิจ จรเกตุ[1]

Naruechon Pattarapanyavong[1] and Weerakit Joerakate[1]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ดำเนินการอย่างเร่งด่วน ในวันที่ 10-11 ตุลาคม 2559 เนื่องจากเหตุการณ์ปลากระเบนราหูน้ำจืด ตายกว่า 50 ตัว และปลากะพงขาวที่เลี้ยงในกระชังตายเป็นจำนวนมาก ที่จังหวัดสมุทรสงคราม ช่วงต้นเดือนตุลาคม 2559 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในรอบวันที่ระดับพื้นท้องน้ำ ปากแม่น้ำแม่กลอง ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิน้ำที่ระดับผิวน้ำมีค่า 30.4±0.39 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเบส (pH) 8.3±0.11 ที่ระดับ พื้นท้องน้ำ ความลึกเฉลี่ย 9 เมตร ความเค็มที่ตรวจวัด ได้อยู่ระหว่าง 5-27 psu ค่าความกระด้าง 90-250 มิลลิกรัม ต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลาย 0.89-1.92 มิลลิกรัม ต่อลิตร ความเป็นด่าง (Alkalinity) มีค่า 726-5,460 มิลลิกรัม ต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนีย 0.021-0.230 มิลลิกรัม ต่อลิตร มีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 22.00-1.00 น. ปริมาณไนไตรท์ 0.050-0.116 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณออร์โธฟอสเฟต 0.088-0.357 มิลลิกรัมต่อลิตร

ABSTRACT

This study was conducted to investigate diurnal variation of bottom-water quality at the Mae Klong Estuary during 10-11 October 2016 at Laem Yai, Samutsongkharm. Because the Giant Freshwater Stingray is died more than 50 fishs and White Perch (Large size) culture in cages to die a lot in Samutsongkharm province around early October 2016. Average water surface temperature 30.4±0.39 °C, pH 8.3±.0.11. The depth of water is 9 meters, water salinity 5-27 psu, Hardness 90-250 mg/l, Dissolved oxygen 0.89-1.92 mg/l, Alkalinity 726-5,460 mg/l, ammonia 0.021-0.230 mg-N/l, nitrite 0.050-0.116 mg-N/l and Orthophosphate 0.088-0.357 mg-P/l

Key Words: bottom, water quality, Mae Klong

*Corresponding author; e-mail address: **ffisncp@ku.ac.th**

[1]สถานีวิจัยสมุทรสงคราม คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ.บุญยินดี ต.ลาดใหญ่ อ.เมือง จ.สมุทรสงคราม 75000

[1]Samutsongkhram Fisheries Research Station, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Boonyindee Rd., Latyai, Mueang, Samutsongkhram 75000

คำนำ

บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นพื้นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง และทรัพยากรประมงค่อนข้างสมบูรณ์ สัตว์น้ำที่สำคัญต่อระบบนิเวศ และเศรษฐกิจ เช่น ปลาทู ปลากระเบนเจ้าพระยา ปลากะพงขาว กุ้งก้ามกราม หอยหลอด หอยแครง หอยแมลงภู่ เป็นต้น ในฤดูน้ำหลากมีการพัดพาเอาตะกอนดินและธาตุอาหาร ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ มาถึงปากแม่น้ำ สันดอนหอยหลอด ป่าชายเลน และท้องทะเล มีการขึ้นลงของน้ำทะเลเป็นแบบคู่ (Semi- diurnal) คือ น้ำขึ้นเต็มที่และลงเต็มที่ วันละ2 ครั้ง

ในระยะหลายปีที่ผ่านมา บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง และลำคลองสาขาหลายพื้นที่ ประสบปัญหาน้ำเสีย อันเนื่องจากภาวะปริมาณสารอาหารสูง (Eutrophication) และปรากฏการณ์น้ำเบียด
หรือปรากฏการณ์แบ่งชั้นของมวลน้ำ จืดปะทะกับมวลน้ำเค็ม ซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคมของทุกปี ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen) ในน้ำลดต่ำลง ทรัพยากรสัตว์น้ำตายเป็นจำนวนมาก และผลผลิตสัตว์น้ำของราษฎรได้รับความเสียหาย

การศึกษานี้ได้ดำเนินอย่างเร่งด่วน เนื่องจากเหตุการณ์ปลากระเบนราหูน้ำจืดตายกว่า 50 ตัว และปลากะพงขาวที่เลี้ยงในกระชังตายเป็นจำนวนมาก ที่จังหวัดสมุทรสงคราม เมื่อช่วงเดือน ตุลาคม 2559 (Fig.1) โดยเน้นการศึกษา คุณภาพน้ำที่ระดับพื้นท้องน้ำ บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ และ วิเคราะห์หาสาเหตุการตายของสัตว์น้ำดังกล่าวต่อไป

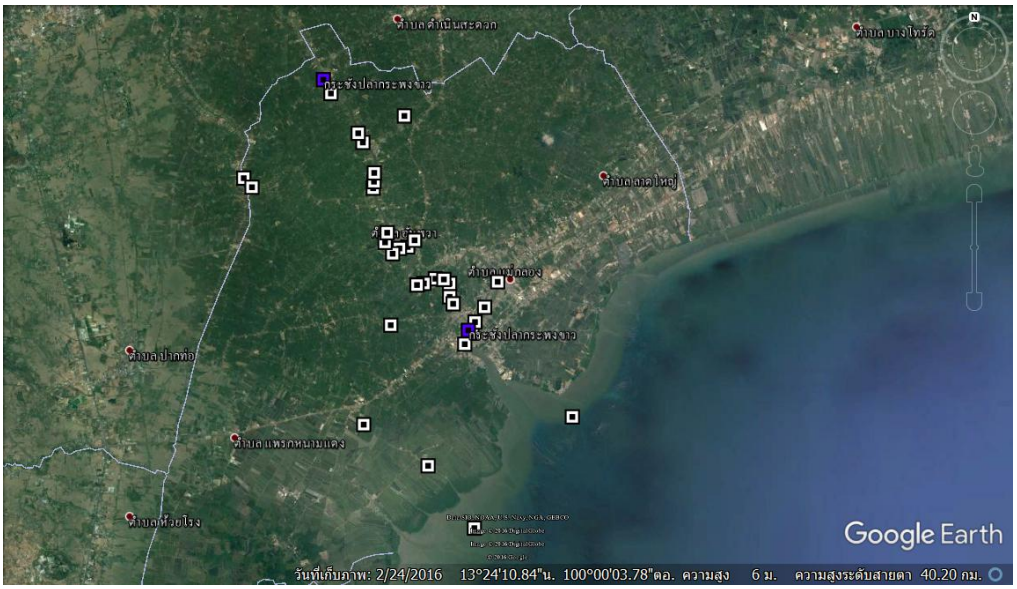


Figure 1 The area to found dead of the Giant Freshwater Stingray at Samutsongkharm province.

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณพื้นท้องน้ำ บริเวณพื้นที่เลี้ยงปลากระชังปากแม่น้ำแม่กลอง ปากคลองบางเรือหัก จังหวัดสมุทรสงคราม มีพิกัดทางภูมิศาสตร์อยู่ที่ ละติจูด 13°23'31.84" เหนือ ลองจิจูด 99°59'13.84" ตะวันออก ห่างจากทะเลอ่าวไทยประมาณ 5.9 กิโลเมตร ระยะห่างฝั่ง 40 เมตร และความลึกเฉลี่ยของน้ำบริเวณที่ศึกษา มีค่าประมาณ 9 เมตร (Fig.2)

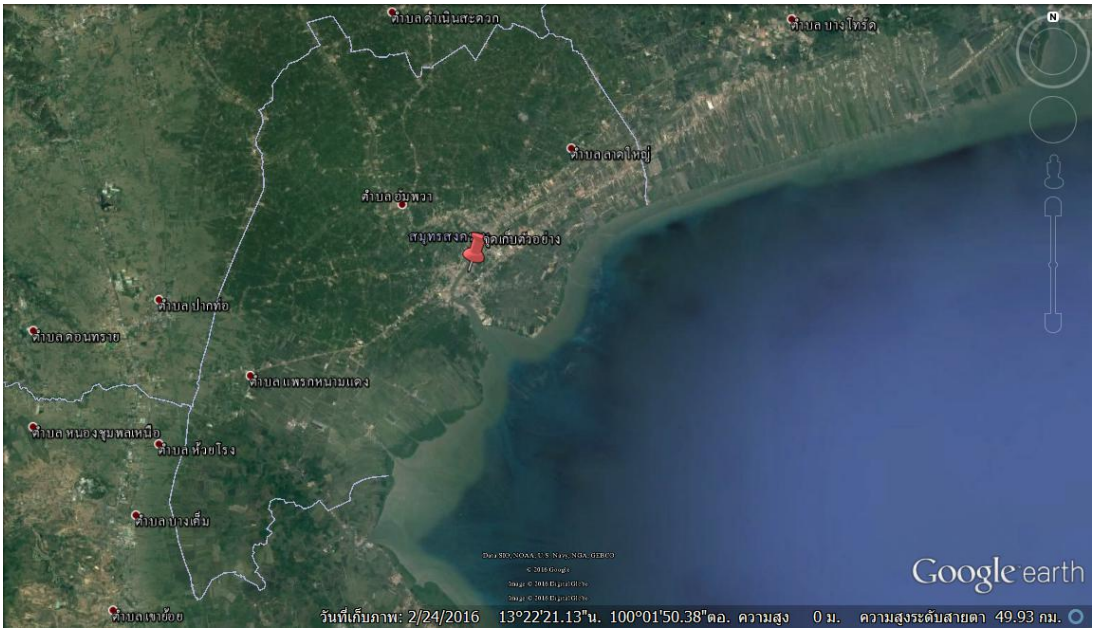


Figure 2 Location map of sampling station.

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับพื้นท้องน้ำ ด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบแนวดิ่ง ทุก 1 ชั่วโมง ใช้เวลาต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง เพื่อให้ครบวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง ทำการตรวจวัดความเป็นกรดเบส (pH) ด้วยเครื่อง pH meter ค่าความเค็ม (Salinity) ด้วยเครื่องReflactometer ตรวจสอบปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen) โดยวิธี Azide modification of Winkler method ความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity) โดยวิธี Titration Method ความกระด้าง (Hardness) โดยวิธี EDTA Titrimetric Method ปริมาณไนไตรท์ (Nitrite) โดยวิธี Colorimetric method ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (Ortho-phosphate) โดยวิธี Ascorbic acid method (APHA et al, 1995) ปริมาณแอมโมเนีย (Ammonia) ตรวจสอบโดยวิธี Koroleff's Indophenol blue method (Grasshoff, 1976) และมีการใช้ข้อมูลระดับน้ำขึ้นน้ำลง (Royal Thai Navy, 2016) มาประกอบการวิเคราะห์ร่วมด้วย

ผลการศึกษา

ผลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในรอบวัน ที่บริเวณพื้นท้องน้ำในแม่น้ำแม่กลอง ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงวันที่ 10-11 ตุลาคม 2559 ช่วงที่ตรวจวัดเป็นช่วงน้ำผสม (semi-diurnal tide) น้ำขึ้นตอนกลางวัน และลงตอนกลางคืน มีพิสัยของระดับน้ำขึ้นน้ำลงเท่ากับ 1.6 เมตร (Fig.3) อุณหภูมิน้ำในรอบวัน (ระดับผิวน้ำ) เฉลี่ยอยู่ที่ 30.4±0.39 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเบส (พีเอช) ของน้ำ มีค่า 8.3±.0.11 จัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ซึ่งกำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง 5-9

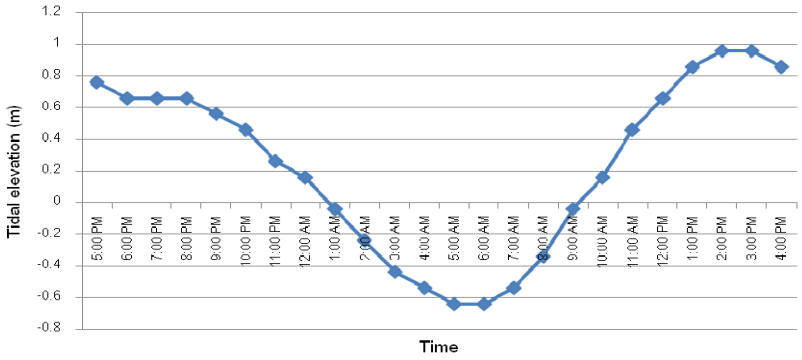
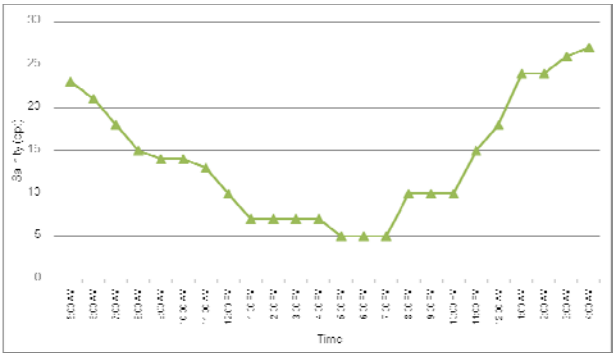
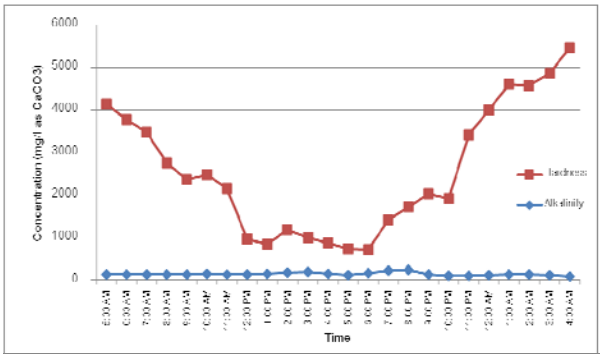


Figure 3 Tidal elevation during 10-11 october 2016

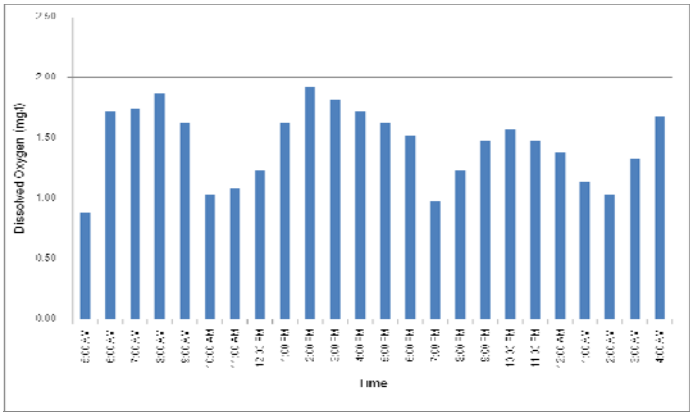
ที่ระดับพื้นท้องน้ำ ความเค็ม และความกระด้าง มีแนวโน้มสอดคล้องกับการขึ้นลงของกระแสน้ำ โดยมีค่าลดต่ำ ลงที่ช่วง เวลา 1.00-9.00 น.การเปลี่ยนแปลงค่าความเค็มในรอบวันค่อนข้างกว้าง มีพิสัยอยู่ที่ 5-27 psu (Fig. 4A) ความกระด้างของน้ำ มีพิสัยอยู่ที่ 726-5,460 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่าง (Alkalinity) มีค่า 726-5,460 มิลลิกรัมต่อลิตร (Fig. 4B) ปริมาณออกซิเจนละลาย มีค่าอยู่ในช่วง 0.89-1.92 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ มาตรฐาน ซึ่งกำหนดให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (Fig. 4C) ปริมาณแอมโมเนีย 0.021-0.230 มิลลิกรัม ต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 22.00-1.00 น. เฉลี่ย 0.22±0.008 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ 0.050-0.116 มิลลิกรัมต่อลิตร (Fig. 4E) และปริมาณออร์โธฟอสเฟต 0.088-0.357 มิลลิกรัมต่อลิตร (Fig. 4D)



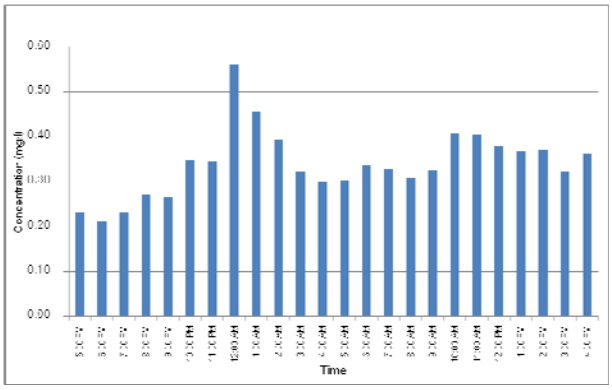
(**Figure 4A**) water salinity



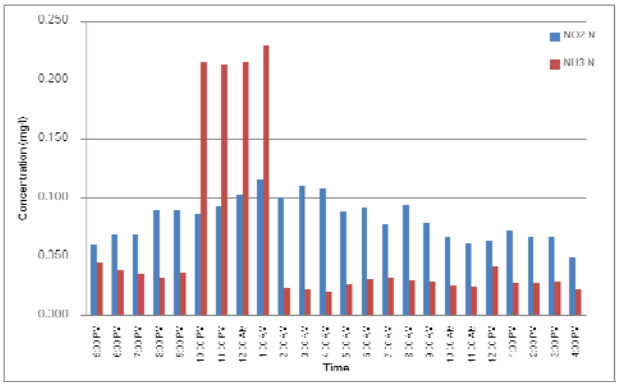
(**Figure 4B**) Concentration of Hardness and Alkaline



(**Figure 4C**) Concentration of Dissoved Oxygen



(Figure 4D) Concentration of Orthophosphate



(Figure 4E) Concentration of Ammonia and Nitrite

สรุปและวิจารณ์

จากการศึกษาคุณภาพน้ำที่ระดับพื้นท้องน้ำ บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า อุณหภูมิน้ำ มีค่า 30 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเบส (pH) ของน้ำ มีค่าเท่ากับ 8 บริเวณพื้นท้องน้ำเกิดสภาพขาดออกซิเจน อย่างรุนแรง โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายเฉลี่ยเพียง 1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน กรมควบคุม มลพิษ ซึ่งกำหนดว่าปริมาณออกซิเจนละลาย ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อสังเกตปริมาณออกซิเจน ละลายในช่วงเวลา 21.00-01.00 น. มีค่าเพียง 1.03-1.63 มิลลิกรัมต่อลิตร ในภาวะที่แหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจน ละลายน้ำต่ำ ซึ่งโดยทั่วไปจะน้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่จะตายก่อน (Fred and Lee, 1990) สอดคล้องกับเหตุการณ์การตายของปลากระเบนราหู และปลากระพงขาวในครั้งนี้ การศึกษาคุณภาพน้ำ บริเวณปากแม่น้ำแม่กลองในอดีต พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายในฤดูแล้ง (มีนาคมถึงเมษายน) มีค่าระหว่าง 1.07- 4.93 มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูฝน (พฤษภาคมถึงตุลาคม) มีค่าระหว่าง 0.52-1.35 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชัยพฤกษ์, 2553) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแม่น้ำแม่กลอง บริเวณจังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน ปี 2549-2550 มีค่าเฉลี่ย 5.7 มิลลิกรัมต่อลิตร (Thongdonphum et al., 2013) ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายใน เดือนกันยายน ปี 2548 เท่ากับ 4.7 มิลลิกรัมต่อลิตร (Thongdonphum et al., 2011)

กอปรกับปริมาณแอมโมเนีย มีค่าความเข้มข้นสูงอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียในช่วงเวลาดังกล่าว มีค่าเท่ากับ 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร อยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ อยู่ระหว่าง 0.5-0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร (Lawson, 1995) ในน้ำที่มีความเค็มต่ำ ความเป็นพิษของแอมโมเนียจะสูงกว่าในน้ำที่มีความเค็มสูง ปริมาณออกซิเจนที่ลดต่ำลง จะยิ่งทำให้ความเป็นพิษของแอมโมเนีย เพิ่มสูงขึ้น และนอกจากนี้ ความเป็นพิษของแอมโมเนียยังผันแปรกับความ เป็นกรดเบส(พีเอช) ของน้ำด้วย เมื่อพีเอชเพิ่มขึ้น จะเปลี่ยนสมดุลแอมโมเนียทั้งสองรูป ทำให้แอมโมเนียไม่แตกตัว ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ มีสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้น

จึงอาจสรุปได้ว่า สาเหตุการตายของสัตว์น้ำ อาจเกิดได้จากการขาดออกซิเจน เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีปริมาณ ออกซิเจนที่ลดต่ำลงอย่างฉับพลัน และแอมโมเนียเกิดความเป็นพิษรุนแรงต่อสัตว์น้ำ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water02.html

ชัยพฤกษ์ วงศ์สุวรรณ. 2553. คุณภาพสิ่งแวดล้อมและแนวโน้มผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 18 ฉบับที่ 4.

APHA, AWWA and WPCF. 1995. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 19th ed., American Public Health Association, Washington, DC.

Thongdonphum, B., Meksumpun, S. and Meksumpun, C. 2011. Nutrient Loads and their Impacts on Chlorophyll a in the Mae Klong River and Estuarine Ecosystem: An Approach for Nutrient Criteria Development. Water Science and Technology, 64(1) 178-188.

Thongdonphum, B., Meksumpun, S., Meksumpun, C., Sawasdee, B. and Kasemsiri, P. 2013. The Predictive Model for Biochemical Component of Phytoplankton in the River and Estuary System of the Mae Klong River, Thailand. International Journal of Environmental and Rural Development, 4(1), 13-18.

Fred P Meyer and Lee A Barclay. 1990. Field Manual for the Investigation of Fish Kills Resource Publication 177. U S Fish and Wildlife Service.

Grasshoff, K. 1976. Methods for Seawater Analysis. Verlag Chemie, New York. 375 p.

Lawson, T.B. 1995. Fundamentals of aquaculture engineering. Chapman & Hall, New York. 355 pp.

Royal Thai Navy .2016.Tide Tables Thai Waters Mae Nam Chaophraya-Gulf of Thailand and Andaman sea. Oceanographic Division, Hydrographic Department, Bangkok.

สมบัติของดินตะกอนบริเวณแหล่งหญ้าทะเล อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

The Properties of Sediment in Seagrass bed at Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province.

ศักดิ์ชัย กรรมารางกูร[1*] วรุฒ คงสงด้วง[1] กุลมโนชญ์ กาญจนาภรณ์[1] นภาขวัญ แหวนเพชร[1] และ จิตติมา อายุตตะกะ[1]

Sakchai Kanmarangkool[1*], Warut Kongsongduang[1], Kunlamanoch Kanjanaporn[1], Napakhwan Whanpetch[1] and Chittima Aryuthaka[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาสมบัติของดินตะกอนบริเวณแหล่งหญ้าทะเล อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างดินด้วยท่อพลาสติกใส ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 5 เซนติเมตรจากสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 19 สถานีที่กระจายทั่วอ่าวทั้งบริเวณที่มีหญ้าทะเลและบริเวณที่ไม่มีหญ้าทะเลปกคลุม ผลการศึกษาพบว่าพื้นตะกอนทั่วไปของอ่าวเป็นพื้นทรายปนโคลนมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละระหว่างกรวด ทรายและโคลนเลนเท่ากับ 8.04 : 56.11 : 35.85 ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอนเท่ากับร้อยละ 22.61 ของน้ำหนักดินแห้ง 1 กรัม ในขณะที่ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 5.992 ของน้ำหนักดินแห้ง 1 กรัม ในการศึกษาครั้งนี้แสดงว่าพื้นตะกอนทั่วไปภายในอ่าวเป็นพื้นทรายปนโคลนมีปริมาณกรวดและโคลนเลนแตกต่างกันเป็นหย่อมตามพื้นที่ ปริมาณทรายสูงในบริเวณที่มีหญ้าคาทะเลปกคลุม (*Enhalus acoroides*) ดินตะกอนและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ มีความผันแปรตามพื้นที่ที่มีการปกคลุมของหญ้าทะเลต่างชนิดกัน และบริเวณที่ไม่มีหญ้าทะเลปกคลุม

ABSTRACT

Characterization of sediments in seagrass bed at Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province were studied. Sediment samples were collected by clear plastic tube with 5 cm diameter in 19 stations spread throughout the bay area with both seagrass vegetation and non-vegetated area. The results found that bottom sediment of the bay was muddy sand, an average ratio of percentage of gravel, sand and mud was 8.04: 56.11: 35.85. The average amount of water content was 22.61% in 1 g dry weight sediment, while the average amount of total organic matter was 5.992 % in 1 g dry weight. However, the sediment throughout the bay had properties different between areas. Higher amount of sand was in the area of *Enhalus acoroides* covered. Sediment and environmental factor varied greatly between sites with different vegetation types.

Key Words: property of sediment, seagrass bed, Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

[*]Corresponding author, e-mail address: raymommam@hotmail.com

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ทะเลและมหาสมุทรเป็นแหล่งที่ทำหน้าที่ในการกักเก็บและหมุนเวียนคาร์บอนที่ใหญ่ที่สุดในโลก สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ประมาณ 83 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี แหล่งหญ้าทะเลเป็นหนึ่งบริเวณที่มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนได้สูง และยังเป็นแหล่งกิจกรรมของสัตว์พื้นทะเลที่สำคัญจนทำให้เกิดเป็นวัฏจักรคาร์บอน สามารถดูดซับคาร์บอนที่อยู่ในบรรยากาศทำหน้าที่เป็นอ่างกักเก็บคาร์บอน (carbon sink) ในประเทศไทยมีพื้นที่หญ้าทะเลทั้งหมด 19 จังหวัด โดยจากการศึกษามวลชีวภาพ การเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าคาทะเลในอ่าวคุ้งกระเบน พบว่าจะมีมวลชีวภาพของใบ 146.37 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตของใบเฉลี่ย 1.52 เซนติเมตรต่อวัน (Vichkovitten, 1998) การศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในดินตะกอนบริเวณแหล่งหญ้าทะเล พบว่าระดับความลึก และชนิดของหญ้าทะเลในบริเวณเขตต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุด (subtidal zone) มีความสามารถในการกักเก็บ คาร์บอนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Lavery *et al*., 2013) และพบว่า ค่า $\delta^{13}C$ ในแหล่งหญ้าทะเลส่วนมากมาจากภายนอก ปริมาณคาร์บอนอินทรียสารไม่มีค่าสหสัมพันธ์ทางสถิติกับร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล และมีข้อมูลของ $\delta^{13}C$ ในแหล่งหญ้าทะเลในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้น้อยมาก (Kennedy *et al*., 2010) ในฝั่งอ่าวไทยมีแหล่งหญ้าทะเลที่สำคัญคืออ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ตั้งอยู่ภายใต้โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีเนื้อที่ของหญ้าทะเลประมาณ 1,245 ไร่ โดยพบหญ้าทะเล 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) และ หญ้ากุยช่ายเข็ม (*Halodule pinifolia*) สภาพพื้นทะเลเป็นทรายหยาบปนโคลน (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2558) จากความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนทั้งที่มาจากหญ้าทะเลและการกักเก็บจากภายนอกทำให้แหล่งหญ้าทะเลมีความเหมาะสมในการศึกษาสมบัติของดินตะกอนบริเวณแหล่งหญ้าทะเลทั้งองค์ประกอบตะกอนดิน ปริมาณน้ำในดิน และปริมาณสารอินทรีย์รวม เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานถึงความสามารถในการกักเก็บและการหมุนเวียนคาร์บอนของระบบนิเวศหญ้าทะเลและเพื่อการใช้ประโยชน์และจัดการในแหล่งหญ้าทะเลแบบยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาระดับความลึกของพื้นที่

ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในช่วงเดือนกันยายน 2559 ในขณะน้ำลง กำหนดแนวสำรวจอ่าวคุ้งกระเบนทั่วอ่าว ทั้งหมด 13 แนวสำรวจ (เหนือ – ใต้) โดยในแต่ละแนวสำรวจ มีสถานีเก็บตัวอย่าง แต่ละสถานีห่างกัน 200 เมตร รวมทั้งหมด 157 สถานี บันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ของแต่ละสถานีใน GPS (Global Position System) ใช้พิกัดกริดแบบยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator; UTM) ที่ 48P พิกัด 813350 mE – 1394600 mN ถึง 815850 mE - 1393400 mN ทำการวัดระดับน้ำเทียบกับตารางน้ำกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ บริเวณแหลมสิงห์ (จันทบุรี) แล้วจัดทำแผนที่แสดงเส้นแนวระดับ (contour map) ตามระดับความลึกน้ำ

การศึกษาสมบัติของดินตะกอน

จากการสำรวจพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น ได้กำหนดจุดเก็บเป็น 4 บริเวณ ได้แก่ บริเวณจากฝั่งก่อนถึงแนวหญ้าทะเล บริเวณแนวหญ้าทะเลกุยช่ายเข็ม บริเวณแนวหญ้าทะเลผสม 2 ชนิด และบริเวณแนวหญ้าคาทะเล ทั้งหมดรวม 19 สถานี ดัง Table 1

Table 1 Geographical locations of sampling site by GPS at Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province.

Station	UTM Easting	UTM Northing	Remark*
1	813400	1394000	Ea
2	813600	1394800	NS
3	813600	1394600	Hp
4	813600	1394400	Mix
5	813600	1394200	Ea
6	813800	1394800	NS
7	813800	1394600	Hp
8	813800	1394400	Mix
9	813800	1394200	Ea
10	814200	1394900	NS
11	814200	1394800	Hp
12	814200	1394600	Mix
13	814202	1394400	Ea
14	815400	1394500	NS
15	815400	1394200	Hp
16	815400	1394000	Hp
17	815400	1393400	Mix
18	815400	1393000	Ea
19	815400	1392800	Ea

*NS : Non seagrass, Hp : *H. pinifolia* zone, Mix : Mix zone and Ea : *E. acoroides* zone.

- **การศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอน** (water content)

นำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บโดยท่อพลาสติกใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 5 เซนติเมตร เก็บตะกอนดินลึก 10 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักเปียกปริมาณ 3 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักที่หายไป (Chuan and Sugahara,1984)

- **การศึกษาองค์ประกอบตะกอนดิน**

นำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บโดยท่อพลาสติกใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 5 เซนติเมตร ลึก 10 เซนติเมตร ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงชั่งน้ำหนักดินแห้งจำนวน 50 กรัม นำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดตา 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 และ 0.063 มิลลิเมตร นำตะกอนดินที่ร่อนได้แต่ละชั้นมาชั่งน้ำหนักเพื่อจัดชนิดของอนุภาคตะกอนดินตาม Triangular graphs (Holme and McIntyre, 1984)

- **การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน** (Total organic matter)

นำตัวอย่างตะกอนดินที่ได้จากการใช้ท่อพลาสติกใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 5 เซนติเมตร เก็บดินตะกอนผิวหน้าลึก 3 เซนติเมตร นำดินที่ได้มาชั่งน้ำหนักเปียกประมาณ 5 กรัมผึ่งแดดให้แห้ง นำมาบดและชั่งน้ำหนักประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงเพื่อไล่ความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ปลอดความชื้นก่อนจะนำไปชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักก่อนเผา) หลังจากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เมื่อตัวอย่างดินเย็นลงนำมาชั่งน้ำหนักหาเถ้าที่เหลือ (น้ำหนักหลังเผา) น้ำหนักที่หายไปคือปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินตามวิธีการ Ignition loss (Holme and McIntyre, 1984)

ผล และวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาระดับความลึกของพื้นที่

จากการศึกษาพบว่าพื้นทะเลในอ่าวคุ้งกระเบนมีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 50 เซนติเมตร ถึงลึกประมาณ 300 เซนติเมตร โดยทางทิศใต้ของอ่าวจะเป็นร่องน้ำเข้าออกของเรือประมงพื้นบ้านจึงมีความลึกมากที่สุด ในบริเวณสถานที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนในแนวหญ้าทะเลพบว่าจะมีความสูง 40 เซนติเมตร ถึง 50 เซนติเมตร จากระดับน้ำทะเล ทางทิศเหนือจนถึงทิศตะวันออกของอ่าว (**Figure 1** (A))

การศึกษาสมบัติของดินตะกอน

ผลการศึกษาพบว่าขนาดอนุภาคของดินตะกอนโดยชั้นกรวด (gravel) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.04 และทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.43 – 30.22 ต่อดินแห้ง 1 กรัม ชั้นทราย (sand) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 56.11 และทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 24.58 – 77.87 ต่อดินแห้ง 1 กรัม ชั้นโคลนเลน (silt – clay) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 35.85 และทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 19.99 – 63.20 ต่อดินแห้ง 1 กรัม และค่าสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 5.992 และทั้งหมดอยู่ในช่วง 2.576 – 10.994 ต่อดินแห้ง 1 กรัม รายละเอียดใน **Table 2** เมื่อพิจารณาตามแนวหญ้าทะเลต่อลักษณะดินตะกอน พบว่าแนวจากฝั่งก่อนถึงแนวหญ้าทะเล ได้แก่ สถานีที่ 2 6 10 และ 14 บริเวณแนวหญ้าทะเลกุยช่ายเข็ม ได้แก่ สถานีที่ 3 7 11 15 และ 16 บริเวณแนวหญ้าทะเลผสม 2 ชนิด ได้แก่ สถานีที่ 4 8 12 และ 17 บริเวณแนวหญ้าคาทะเล ได้แก่ สถานีที่ 1 5 9 13 18 และ 19 โดยแนวที่ 1 แนวก่อนถึงแนวหญ้าจะมีร้อยละของขนาดอนุภาคที่แตกต่างกัน แนวที่ 2 หญ้ากุยช่ายเข็มจะมีร้อยละของกรวด ทราย โคลนเลน เท่ากับ 64.2 : 32.3 : 3.5 ซึ่งเป็นลักษณะของทรายปนโคลนเช่นเดียวกับ แนวที่ 4 ที่เป็นแนวของหญ้าคาทะเลที่มีร้อยละของกรวด ทราย โคลนเลน เท่ากับ 57.7 : 29.8 : 12.5 แต่เป็นแนวที่มีร้อยละของกรวดสูงที่สุด และพบว่าแนวระหว่างหญ้าที่ทะเลทั้ง 2 ชนิดจะมีลักษณะของดินตะกอนเป็นแบบผสม (**Figure 1**) จากสมบัติของดินตะกอนส่วนใหญ่จัดว่าดินตะกอนพื้นทะเลในอ่าวคุ้งกระเบนเป็นดินทรายปนโคลนสอดคล้องกับการสำรวจในปี พ.ศ. 2558 (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2558) และ

จากการทำแผนที่แสดงเส้นแนวระดับ (contour map) ของขนาดอนุภาคดินตะกอนทำให้ทราบว่าพื้นดินตะกอนเป็นทรายกระจายตัวพาดผ่านจากทิศเหนือจนถึงทิศตะวันออกของอ่าวคุ้งกระเบน (**Figure 3** (E)) ซึ่งเป็นแนวหญ้าทะเล และยังพบว่าในบริเวณทิศเหนือมีประมาณสารอินทรีย์ในดินสูง รองมาคือทิศตะวันออก (**Figure 3** (C) โดยค่าสารอินทรีย์ในดินของในอ่าวคุ้งกระเบนทั้งหมดจัดว่ามีค่าค่อนข้างสูงถึงสูงมากตามการแปลผลของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) โดยทั่วไปขณะทำการสำรวจเป็นช่วงเวลาน้ำลงต่ำสุด แต่บริเวณที่มีหญ้าทะเลจะมีลักษณะเป็นแอ่งน้ำขังตลอดเวลา โดยปริมาณน้ำในดินตะกอนเฉลี่ยจะเท่ากับ ร้อยละ 22.61 แต่เมื่อพิจารณาตามแนวหญ้าทะเลจะพบว่า บริเวณก่อนถึงแนวหญ้าทะเลมีปริมาณน้ำในดินตะกอนใกล้กันมาก เฉลี่ยร้อยละ 26.52 ส่วนแนวหญ้ากุยช่ายเข็มกับแนวผสมระหว่างหญ้าทะเล 2 ชนิดมีค่าใกล้เคียงกันเฉลี่ยร้อยละ 20.10 และ 20.99 และแนวหญ้าคาทะเลจะมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 23.30 (**Figure 2**)

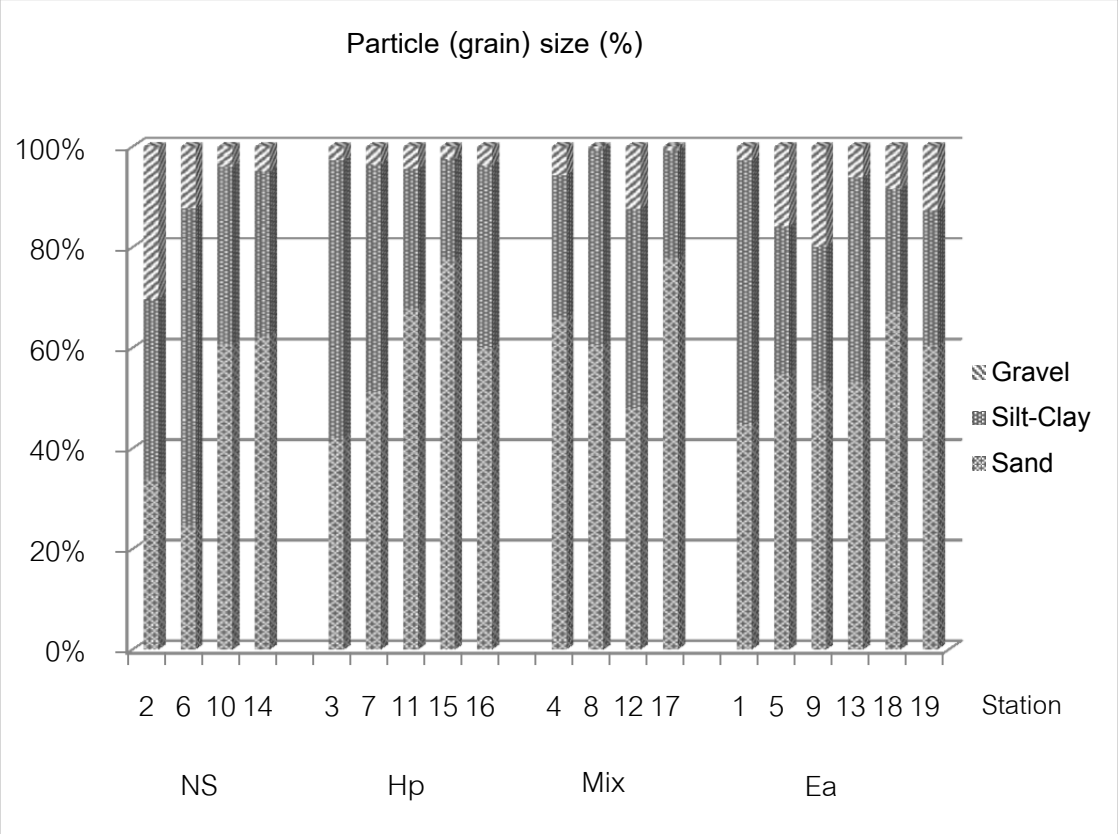


Figure 1 Zonation of particle (grain) size in the study area. NS : Non Seagrass, Hp : *H. pinifolia* zone, Mix : Mix zone and Ea : *E. acoroides* zone.

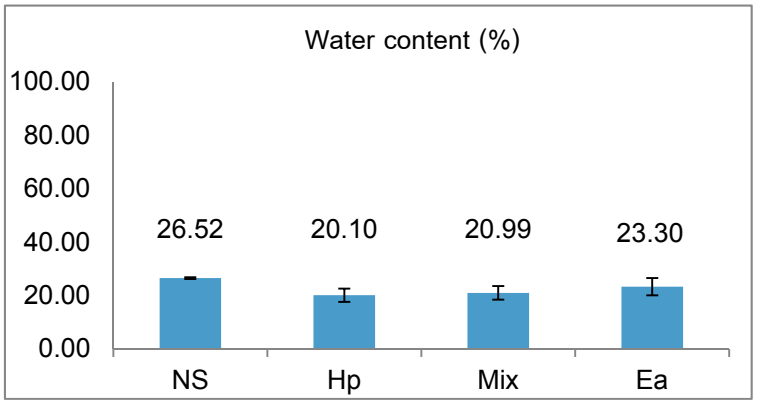


Figure 2 The variation of water content among habitat types in study area. NS : Non Seagrass, Hp : *H. pinifolia* zone, Mix : Mix zone and Ea : *E. acoroides* zone.

Table 2 The properties of sediment at Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

Station	Water content (%)	Total Organic Matter (%)	Gain size		
			Gravel (%)	Sand (%)	Silt – Clay (%)
1	19.79	3.416	2.70	44.83	52.48
2	26.90	10.219	30.21	33.83	35.96
3	22.98	2.697	2.77	42.16	55.06
4	22.41	10.993	5.68	65.99	28.33
5	28.54	8.157	15.80	54.81	29.39
6	26.64	8.760	12.21	24.58	63.20
7	23.60	2.576	3.47	51.17	45.36
8	23.39	4.759	0.43	60.56	39.01
9	23.07	9.711	19.84	52.55	27.60
10	26.23	4.455	3.98	60.68	35.34
11	20.22	4.540	4.42	67.88	27.71
12	20.64	7.196	12.35	47.99	39.66
13	20.25	2.780	6.05	53.18	40.77
14	26.29	7.313	4.86	62.31	32.82
15	18.41	2.752	2.39	77.62	19.99
16	18.16	6.038	3.68	60.12	36.19
17	17.54	2.957	0.85	77.87	21.28
18	23.62	6.872	8.40	67.46	24.15
19	21.01	7.646	12.62	60.53	26.85

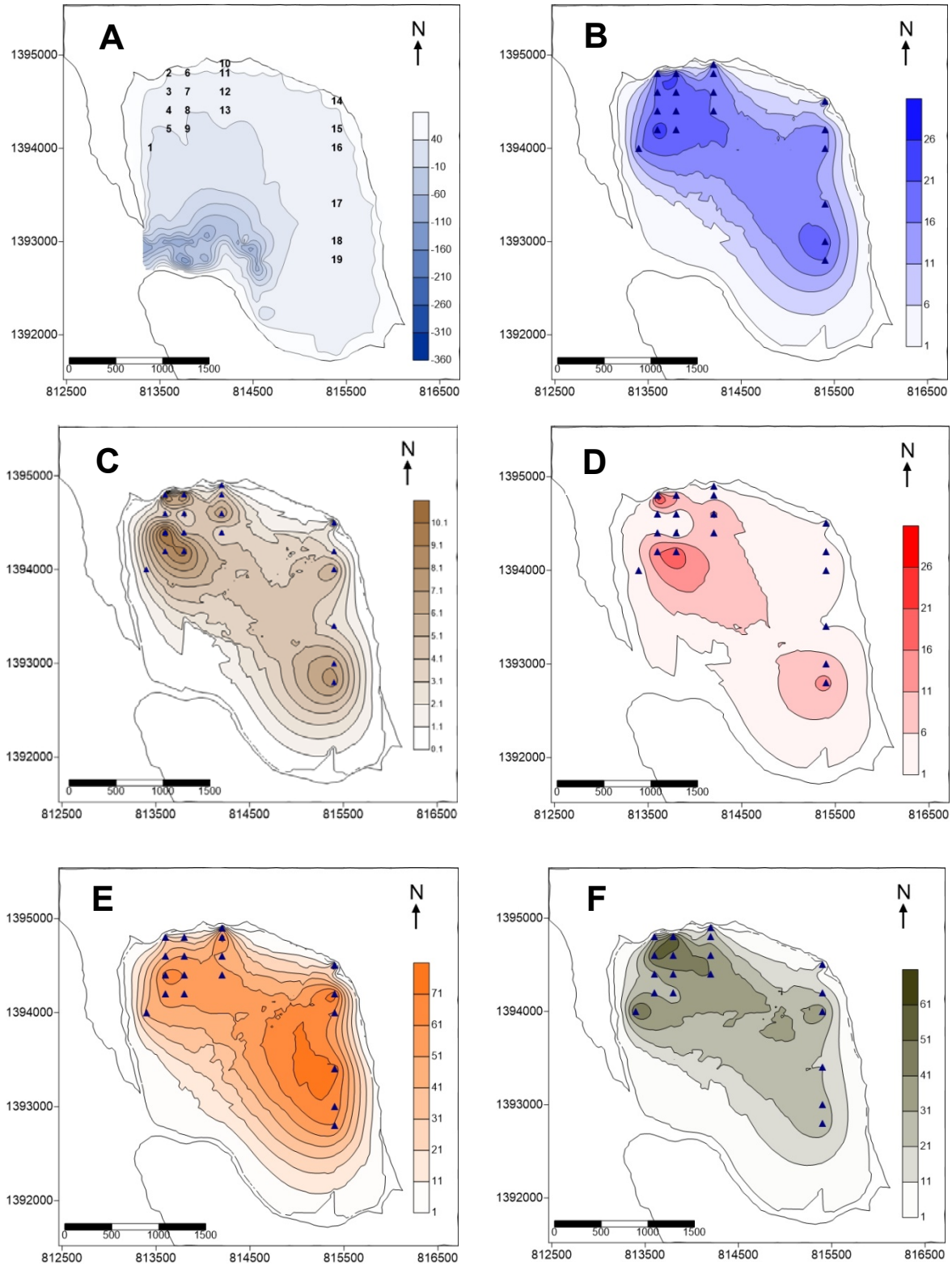


Figure 3 The Contour Map of Deep Profile (cm.) (A), Water Content (%) (B), Total Organic Matter (%) (C), Gravel (%) (D), Sand (%) (E) and Silt-Clay (%) (F) at station sites.

สรุป

ดินตะกอนบริเวณแหล่งหญ้าทะเลในอ่าวคุ้งกระเบนเป็นดินทรายปนโคลนมีสันทรายตั้งแต่ทิศเหนือจนถึงทิศตะวันออก ซึ่งเป็นบริเวณแหล่งหญ้าทะเล และมีปริมาณสารอินทรีย์ในดินสูง เฉลี่ยร้อยละ 5.99 ของน้ำหนักดินแห้ง 1 กรัม ในแหล่งหญ้าทะเลจึงมีความอุดมสมบูรณ์สูง และมีปริมาณน้ำในดินใกล้เคียงกันแม้เป็นช่วงเวลาน้ำลงต่ำสุด เฉลี่ยร้อยละ 22.61 ของน้ำหนักดินแห้ง 1 กรัม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. **คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี**. กรมพัฒนาที่ดิน. 51 หน้า.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน. 2558. **รายงานการสำรวจและประเมินสถานภาพและศักยภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง : ปะการังและหญ้าทะเล ปี 2558.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 156 หน้า.

Chuan, L.L. and Sugahara, I. 1984. **A Manual on Chemical Analysis of Coastal Water and Bottom Sediment.** Primary Production Department and Marine Fisheries Research Department, SEAFDEC, Singapore. 42 p.

Holme, N. A. and McIntyre, A. D. 1984. **Methods for the Study of Marine Benthos.** Oxford-London-Boston: Blackwell Scientific Publications. 216 p.

Kennedy, H., Beggins, J., Duarte, C. M., Fourqurean, J. W., Holmer, M., Marba, N. and Middelburg. J. 2010. Seagrass sediments as a global carbon sink: Isotopic constraints. **Global Biogeochemical Cycles**, Vol. 24.

Lavery, S., Mateo, M., Serrano, O and Rozaimi, M. 2013. Variability in the Carbon Storage of Seagrass Habitats and Its Implications for Global Estimates of Blue Carbon Ecosystem Service. **PLOS ONE**. 8 : 9. e73748. 1-12.

Vichkovitten, T. 1998. Biomass, Growth and Productivity of Seagrass; *Enhalus acoroides* (Linn. f) in Khung Kraben Bay, Chanthaburi, Thailand. **Kasetsart J. (Nat. Sci)**. 32 : 109-115.

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

Subject: Agricultural Extension and Home Economics

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวในการปลูกข้าวแบบนาโยน

Utilization of Compost Tea from Coir Pith Compost in Parachute Rice Transplantation

ศศิธร กู้สุวรรณวิจิตร[1*] ธีรวุฒิ ลาภตระกูล[1] สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล[2] และ แสงชัย เอกปทุมชัย[2]

Sasithorn Kusuwanwichid[1*], Teerawut Laptrakoon[1], Sudarut Tripetchkul[2] and Saengchai Akeprathumchai[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวทดแทนการใช้น้ำหมักชีวภาพในการปลูกข้าวแบบนาโยน การศึกษาแบ่งเป็น 2 ชุดทดลองดังนี้ ชุดทดลองที่ 1 ใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรธาตุอาหารรวมซึ่งเป็นสูตรที่เกษตรกรใช้ และชุดทดลองที่ 2 ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว ทำการเจือจางน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวด้วยน้ำในอัตราสัดส่วน 1:2,000 และ 1:500 (โดยปริมาตร) ตามลำดับ ฉีดพ่นในระหว่างการปลูกข้าวในปริมาณ 20 ลิตร/ไร่/ครั้ง ในช่วงระยะข้าวตั้งต้น ระยะแตกกอ ระยะข้าวตั้งท้อง และระยะข้าวออกรวง ผลการศึกษา พบว่า ความสูงของต้นข้าว จำนวนรวงต่อกอ เมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ต่อรวง ผลผลิต การกระจายตัวของโรคและระดับความรุนแรงของโรคพืช ของทั้ง 2 ชุดทดลองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวสามารถช่วยลดการระบาดของโรคข้าว ได้แก่ โรคใบไหม้ (Blast) และ โรคใบจุดสีน้ำตาล (Brown leaf spot)

ABSTRACT

This study aimed to apply compost tea produced from coir pith compost instead of bio-extract in parachute rice transplantation. The study was divided into 2 treatments: (1) bio-extract produced by farmers and (2) compost tea prepared from coir pith compost. Both preparations were then diluted with water at the ratio of 1:2,000 and 1:500 (by volume), respectively, before applying to plot at 20 liters/rai/time during the vegetative stage, tillering stage, flowering stage and ripening stage. The results showed that rice height, panicle per tiller, healthy rice grains per panicle, rice yield, distribution of phytopathogen and level of phytopathogen's severity in the both treatments were not significantly different. In addition, application of compost tea could effectively suppress the Blast and Brown leaf spot diseases.

Keywords: compost tea from coir pith compost, rice disease suppression, parachute rice transplantation

*Corresponding author; e-mail address: a_or77@hotmail.com

[1]สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150

[1]Pilot Plant Development and Training Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

[2]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 1015

[2]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โรคระบาดที่พบในข้าว ได้แก่ โรครากเน่า โรคโคนเน่า โรคกล้าไหม้ โรคเมล็ดด่าง เป็นต้น (สำนักงานวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2555) อีกทั้งยังมีแมลงศัตรูพืช เช่น มดง่าม ปลวก แมลงวันเจาะยอด แมลงค่อมทอง แมลงนูน ด้วงหมักดำ ด้วงแทะใบ ด้วงดีด หนอนใย เพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง และ ตั๊กแตน เป็นต้น ที่มีการระบาดและทำลายผลผลิต แม้จะมีปริมาณน้อยแต่ก็มีความสำคัญ การกำจัดและป้องกันศัตรูพืชดังกล่าวเกษตรกรส่วนใหญ่มักใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช ผลกระทบที่ตามมาคือความเสื่อมโทรมของดิน แหล่งน้ำ และสุขภาพของเกษตรกร ในปัจจุบันเกษตรกรไทยผู้ปลูกข้าวบางส่วนหันมาใช้น้ำหมักชีวภาพทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงในการปราบศัตรูพืชหรือโรคพืช อย่างไรก็ตามสมบัติของน้ำหมักชีวภาพมีแตกต่างกันขึ้นกับวัตถุดิบที่ใช้ (กองเกษตรเคมี, 2545) การนำไปใช้ต้องนำน้ำหมักชีวภาพหลายสูตรมาผสมกันเพื่อให้น้ำหมักมีธาตุอาหารและคุณสมบัติตรงตามวัตถุประสงค์ การนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้งานจึงมีความยุ่งยากและซับซ้อนทั้งในการผลิตและใช้งาน นอกจากนี้ความหลากหลายของสูตรที่ใช้ยังไม่มีความชัดเจนในการยืนยันเรื่องคุณภาพ ซึ่งหากเกษตรกรนำไปใช้ประโยชน์โดยไม่ทราบคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพที่ชัดเจนอาจเกิดผลกระทบต่อพืชและดินได้

ปุ๋ยน้ำสกัดคือ ของเหลวที่สกัดออกมาจากปุ๋ยหมักโดยเทคนิคในการทำทั้งแบบให้อากาศหรือไม่ให้อากาศ (aerobic or anaerobic) ของเหลวที่สกัดออกมานี้ยังคงมีสารอาหาร สารที่จุลินทรีย์ผลิต และจุลินทรีย์บางชนิดหลงเหลืออยู่ และสามารถใช้เป็นสารอาหารสำหรับพืชเพื่อการเจริญเติบโต เนื่องจากมีสารอาหารต่างๆ โดยเฉพาะกรดอินทรีย์และฮอร์โมนพืช (Ingham, 2005; Scheuerell, 2003; Scheuerell and Mahaffee, 2002) ในการศึกษาที่ผ่านมารายงานว่าปุ๋ยน้ำสกัดสามารถช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในพืชได้ เช่น โรคโคนเน่าดำในต้นข้าว (Manandhar and Yami, 2008) โรครากเน่าและจุดดำในหัวมันฝรั่ง (Al-Mughrabi *et al*., 2008) โรคราแป้งและราสีเทาในผลมะเขือเทศ (Kone *et al*., 2010) และโรคราแป้งในกุหลาบ (Scheurell and Mahaffee, 2002) ฟักทอง องุ่น และมันฝรั่ง (Lanthier, 2007) เป็นต้น

ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวในขั้นตอนการตีเส้นใยมะพร้าวจากเปลือกมะพร้าว ในปี พ.ศ. 2554 มีขุยมะพร้าวเหลือทิ้งประมาณ 189,957 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 18 ของปริมาณผลผลิตทั้งหมด ประมาณ 1,055,318 ตัน/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) การปล่อยทิ้งไว้โดยไม่มีการใช้ประโยชน์อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านอากาศและสุขภาพของประชาชน ในการศึกษาที่ผ่านมาโดยพรทิพย์ เฟื่องวรวงศ์ (2551) ได้มีการนำขุยมะพร้าวมาทำเป็นปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว ปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวที่ได้มีธาตุอาหารตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กำหนด (กรมวิชาการเกษตร, 2548) แต่ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชยังไม่มีรายงานการศึกษา ในปี 2558 *ศศิธร* กู้สุวรรณวิจิตร และคณะ จึงได้ศึกษาการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว พบว่า ปุ๋ยน้ำสกัดดังกล่าวมีสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณมาก รวมทั้งกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ (Thiem and Gooeliñska, 2004; Biaèczyk *et al*., 1999) ในหลายงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำปุ๋ยน้ำสกัดไปใช้ในการทดสอบเชื้อก่อโรคในข้าว เช่น โรคใบจุดสีน้ำตาล (Brown leaf spot) และ โรคใบขีดสีน้ำตาล (Narrow brown leaf spot) ในข้าว (Sultana, 2012), โรคใบไหม้ (Late blight) (Weltzein, 1990), โรค Fusarium wilt (Kai, 1990) และ โรคใบจุด (Leaf spot) (Wickramaarachchi *et al*., 2003) พบแนวโน้มการลดลงของโรคในข้าว

ดังนั้นการศึกษานี้จึงสนใจใช้ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวเพื่อเป็นธาตุอาหารและสารยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคในการปลูกข้าวแบบนาโยนทดแทนการใช้น้ำหมักชีวภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

ข้าวสายพันธุ์มะลิ 105, ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว (เตรียมในห้องปฏิบัติการ) และ น้ำหมักชีวภาพสูตรธาตุอาหารรวม (N, P, K) (เตรียมโดยเกษตรกรในพื้นที่)

การเตรียมน้ำหมักชีวภาพ (สูตรธาตุอาหารรวมและสูตรไล่แมลงศัตรูพืช) และปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว

(1) น้ำหมักชีวภาพสูตรธาตุอาหารรวม

น้ำหมักชีวภาพสูตรพื้นฐานที่เกษตรกรในพื้นที่ใช้อยู่ดั้งเดิม ประกอบด้วย น้ำหมักชีวภาพ 4 สูตรหลัก คือ สูตร 1 (N) (ใช้เศษปลา กากมะพร้าว และ น้ำตาลทรายแดง อัตราส่วน 1:1:1 หมักทิ้งไว้ 15 วัน), สูตร 2 (P) (ใช้หน่อกล้วย และ น้ำตาลทรายแดง อัตราส่วน 1:1 หมักทิ้งไว้ 15 วัน), สูตร 3 (K) (ใช้มะละกอสุก กล้วยสุก และ น้ำตาลทรายแดง อัตราส่วน 2:1:1 หมักทิ้งไว้ 15 วัน) และ สูตรฮอร์โมนพืช (ใช้น้ำนม และ น้ำซาวข้าว อัตราส่วน 10:1 หมักทิ้งไว้ประมาณ 6 วัน)

ทำการผสมน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 สูตร ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ธาตุอาหารที่มีความเหมาะสมกับพืชในแต่ละช่วงอายุ สูตรบำรุงต้น/ใบ (N) (สูตร 1:สูตร 2:สูตร 3:สูตร 4 = 5:1:2:1) ใช้ช่วงระยะข้าวตั้งต้นถึงช่วงข้าวแตกกอ (อายุข้าวประมาณ 30-90 วัน), สูตรบำรุงท้อง (P) (สูตร 1:สูตร 2:สูตร 3:สูตร 4 = 2:2:2:2) ใช้ช่วงระยะข้าวตั้งท้อง/แทงช่อดอก (อายุข้าวประมาณ 90-120 วัน) และ สูตรบำรุงเมล็ด (K) (สูตร 1:สูตร 2:สูตร 3:สูตร 4 = 2:1:5:1) ใช้ช่วงระยะข้าวสร้างน้ำนม (อายุข้าวประมาณ 130 วัน) คุณภาพน้ำหมักชีวภาพแสดงใน Table 1

(2) ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวแบบให้อากาศ

นำปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวผสมกับน้ำในสัดส่วน 1:10 (โดยน้ำหนัก) และกากน้ำตาลร้อยละ 10 ของน้ำหนักรวมทั้งหมด ทำการสกัดแบบให้อากาศ (Brewing) ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการกรองและนำส่วนใสที่ผ่านการกรองไปใช้ คุณภาพปุ๋ยน้ำสกัดแสดงใน Table 1

การทดสอบการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวในการปลูกข้าว

การทดลองปลูกข้าวแบบนาโยนในพื้นที่นาน้ำฝน โดยแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งเป็น 2 ตำรับ คือ ตำรับที่ฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพ (สูตรที่เกษตรกรใช้) (T_1) และ ตำรับที่มีการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว (T_2) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ (replications) วิธีการปลูกเริ่มจากการเตรียมดินโดยการไถกลบตอซัง ไถดะ และทำการไถแปรก่อนการโยนกล้า 1-3 วัน นำกล้าอายุไม่เกิน 2 สัปดาห์ โยนลงในแปลงนาให้มีระยะห่างประมาณ 20x20 ซม^2./ต้น หลังปลูกข้าวฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยน้ำสกัดที่เจือจางด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:2000 และ 1:500 โดยปริมาตร ตามลำดับ ปริมาณการใช้ 20

ลิตร/ไร่/ครั้ง ในชุดทดลองที่ 1 (T_1) ทำการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพสูตรผสม 1 (N) ในช่วงข้าวตั้งต้น และแตกกอ สูตรผสม 2 (P) ในช่วงข้าวตั้งท้อง และ สูตรผสม 3 (K) ในช่วงข้าวออกรวง สำหรับชุดทดลองที่ 2 (T_2) ฉีดพ่นปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวทางใบทุกเดือน เพื่อการบำรุงต้นข้าว แต่หากเกิดการระบาดของโรคพืชและแมลงศัตรูพืชในอัตราที่สูง ให้ทำการฉีดพ่นถี่ขึ้นเป็นทุกๆ 7 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว มีการระบายน้ำออกจากแปลงก่อน 10-15 วัน ทำการตรวจวัดการเจริญเติบโตของข้าวในด้านความสูงและจำนวนการแตกกอ รวมทั้งการกระจายตัวของโรคพืชและการเข้าทำลายใบข้าวของแมลงศัตรูพืชในช่วงตั้งต้น (ต้นข้าวเริ่มแตกกอ) ช่วงต้นข้าวแตกกอ ช่วงต้นข้าวตั้งท้อง และ ช่วงต้นข้าวออกรวง ในช่วงเก็บเกี่ยวตรวจวัดจำนวนรวงข้าว/กอ จำนวนกลุ่มดอกย่อย/รวง จำนวนเมล็ดข้าว/รวง เมล็ดข้าวที่สมบูรณ์/รวง น้ำหนักเมล็ดข้าว 1000 เมล็ด และ ผลผลิต

Table 1 Physico-chemical properties of compost tea from coir pith compost, and bio-extract

Parameters	Compost tea from coir pith compost (Dilution 1 : 500 v/v)	Bio-extract (Dilution 1 : 2000 v/v)		
		Bio-extract 1 (Nitrogen)	Bio-extract 2 (Phosphorus)	Bio-extract 3 (Potassium)
pH	4.95±0.02[a]	4.92±0.04[a]	5.32±0.03[a]	5.16±0.08[a]
EC (ds/m)	0.052±0.00[a]	0.048±0.01[b]	0.047±0.01[b]	0.043±0.00[b]
Nitrogen (%)	$7.0x10^{-4a}$	$4.3x10^{-4b}$	$2.0x10^{-5c}$	$3.2x10^{-4d}$
Phosphorus (%)	$8.0x10^{-5a}$	$1.0x10^{-4b}$	$4.8x10^{-4c}$	$4.4x10^{-4c}$
Potassium (%)	$6.6x10^{-4a}$	$6.1x10^{-4b}$	$5.1x10^{-4c}$	$8.0x10^{-4d}$
Phenolic compounds (mg/l)	6.69±0.04[a]	2.55±0.22[b]	2.26±0.06[b]	2.46±0.05[b]
Acetic acid (mg/l)	0.85±0.03[a]	nd	nd	nd
Butyric acid (mg/l)	0.64±0.05[a]	nd	nd	nd
Propionic acid (mg/l)	0.37±0.02[a]	nd	nd	nd
Germination index (GI)	112±15[a]	nd	nd	nd

nd = not determined. The different letters imply statistically significant difference at the confidence interval of 95%.

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จำนวนต้นข้าว/กอและความสูง/ต้น

จำนวนต้นข้าว/กอ และ ความสูงในชุดทดลอง T_2 ที่มีการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยน้ำสกัดมีจำนวนกอไม่แตกต่างจากชุดทดลอง T_1 ที่มีการฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพสูตรพื้นฐานที่ใช้ในภูมิปัญญาของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

Table 2 Effect of compost tea, and bio-extract on number of tillers and plant height of transplanted rice

Treatments	Ripening stage (100 days)	
	No. of tillers/hill	Plant height (cm.)
Treatment 1 (T_1)	7.10±3.14[a]	101.50±8.26[a]
Treatment 2 (T_2)	9.20±1.93[a]	110.90±10.67[a]

T_1: Bio-extract and T_2: Compost tea from coir pith compost. The different letters imply statistically significant difference at the confidence interval of 95%.

องค์ประกอบของผลผลิตและผลผลิต

จากการตรวจวัดองค์ประกอบของผลผลิตในด้านจำนวนรวง/กอ (Panicles/tiller) จำนวนกลุ่มดอกย่อย (Spikelets) จำนวนเมล็ด/รวง (Grains/panicle) จำนวนเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์/รวง (Healthy rice grains/panicle) น้ำหนักของเมล็ดข้าว ตลอดจนปริมาณผลผลิตรวมทั้งหมด (Table 3) พบว่า ชุดทดลอง T_2 ที่มีการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวมีจำนวนรวง/กอ เมล็ดข้าวที่สมบูรณ์/รวง น้ำหนักเมล็ดข้าว 1000 เมล็ด และผลผลิตข้าว ไม่แตกต่างจากชุดทดลอง T_1 ที่มีการฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพ แต่ชุดทดลอง T_2 ให้ผลผลิตข้าว (360 กิโลกรัม/ไร่) สูงกว่า ชุดทดลอง T_1 ที่ให้ผลผลิต 320 กิโลกรัม/ไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากชุดทดลอง T_2 ที่มีจำนวนต้น/กอ สูงกว่า ประกอบกับการถูกทำลายโดยโรคและแมลงศัตรูพืชที่เกิดขึ้นต่ำกว่าชุดทดลอง T_1 (Figure 1)

Table 3 Effect of compost tea and bio-extract on grain yields and yield components of transplanted rice

Yield components	T_1 (Bio-extract)	T_2 (Compost tea)
Panicles/tiller (%)	93.3±9.9[a]	93.3±7.7[a]
Spikelets/panicle	9.6±1.0[a]	9.5±1.0[a]
Grains/panicle	97.5±26.0[a]	93.0±26.1[b]
Healthy rice grains/panicle (%)	74.0±10.6[a]	73.4±4.9[a]
1000 grains weight (g)	28.4±4.0[a]	27.8±1.9[a]
Grain yield (Kg/rai)	320[a]	360[a]

Different letters indicate statistically significant difference at the confidence interval of 95%.

ประสิทธิภาพในการยับยั้งโรคพืชและแมลงศัตรูพืช

โดยปกติข้าวจะมีการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชสูงในช่วงข้าวแตกกอและข้าวตั้งท้อง การศึกษานี้จึงได้ติดตามวัดการเข้าทำลายโดยแมลงศัตรูพืชโดยการตรวจวัดจำนวนใบที่ถูกกัดกินโดยแมลงและการกระจายตัวของโรคพืช ตั้งแต่ช่วงข้าวตั้งต้นถึงช่วงข้าวแตกกอ พบการเกิดโรคใบไหม้ (Blast) และ โรคใบจุดสีน้ำตาล (Brown leaf spot) รวมทั้งพบการระบาดของหนอนม้วนใบ (Figure 2) ในทั้ง 2 ชุดทดลอง พบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช (Figure 1a) และการกระจายตัวของโรค (Figure 1b) เกิดขึ้นสูงในช่วงข้าวแตกกอ และ ลดลง

ในช่วงข้าวตั้งท้อง ทั้งนี้ชุดทดลอง T_2 (ปุ๋ยน้ำสกัด) มีร้อยละของการเข้าทำลายใบโดยแมลงศัตรูพืชและการกระจายของโรคไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) รวมทั้งเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ต่อรวง (Table 3) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคโดยปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวอาจมาจากสารประกอบฟีนอลิกและกรดอินทรีย์ต่างๆ (กรดอะซิติก กรดบิวทิริค และกรดโพรพิโอนิก) (Table 1) ซึ่งในการศึกษาที่ผ่านมารายงานว่า สารประกอบฟีนอลิก (Thiem and Gooeliñska, 2004) และ กรดอินทรีย์ (Biaèczyk *et al*., 1999) นั้นมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อก่อโรคพืช

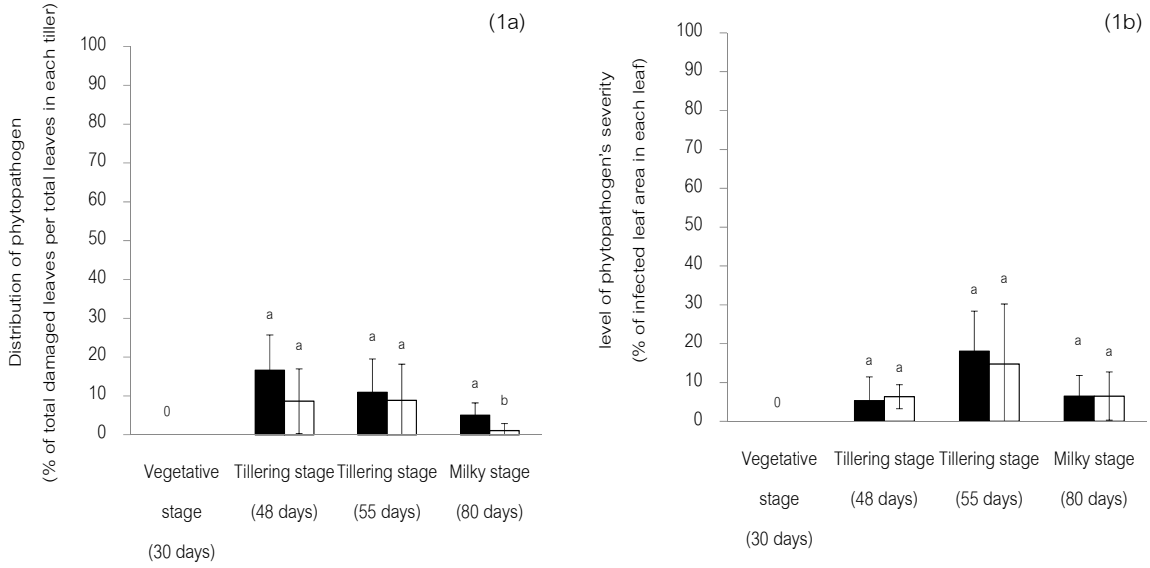


Figure 1 Distribution of phytopathogen (1a) and level of phytopathogen's severity (1b) in each (Treatment at different stages of rice development using bio-extract: T_1 (■) and treatment using compost tea from coir pith compost: T_2 (□)). The different letters imply statistically significant difference at the confidence interval of 95%.



Rice blast Brown leaf spot Leaf roller

Figure 2 Rice diseases and pests in the rice field.

สรุป

จากการประยุกต์ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวโดยใช้ฉีดพ่นในการปลูกข้าวแบบนาโยน พบว่าปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวสามารถใช้ทดแทนน้ำหมักชีวภาพได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบผลผลิตข้าว และช่วยลดการระบาดของโรคข้าว ได้แก่ โรคใบไหม้ (Blast) และ โรคใบจุดสีน้ำตาล (Brown leaf spot) ซึ่งสามารถลดได้ประมาณร้อยละ 50 โดยผลผลิตข้าวที่ได้สูงกว่าวิธีดั้งเดิมคือ การใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรผสมที่เกษตรกรใช้ประมาณร้อยละ 10

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัย (ว.1)

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์**. สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม 2549. http://www.agricprod.mju.ac.th/web-veg/article/new060.htm

กองเกษตรเคมี. 2545. **ฮอร์โมนพืชและธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพ**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พรทิพย์ เฟื่องวรวงศ์. 2551. **อิทธิพลของแหล่งไนโตรเจน การเติมกากน้ำตาล และรูปแบบการให้อากาศต่อการทำปุ๋ยหมักจากขุยมะพร้าว**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรชีวภาพ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สำนักงานวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2555. **องค์ความรู้เรื่องข้าว: ศัตรูข้าวและการป้องกันกำจัด**. สืบค้นเมื่อ 19 กันยายา 2556. http://www.brrd.in.th/rkb/disease%20and%20insect/index.php-file=content.php&id=133.htm

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. **ปริมาณมะพร้าว: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รวมทั้งประเทศ รายภาค และรายจังหวัด ปี 2552-2554**. สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2556. http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/coconut

ศศิธร กู้สุวรรณวิจิตร สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล แสงชัย เอกปทุมชัย และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์. 2558. **ธาตุอาหารพืชและสารยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคจากปุ๋ยน้ำสกัดขุยมะพร้าว**. รายงานฉบับสมบูรณ์ทุนวิจัย หมวดเงินอุดหนุน (ว.1) ประจำปีงบประมาณ 2555-2556, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Al-Mughrabi, K.I., Berthélémé, C., Livingston, T., Burgoyne, A., Poirier, R. and Vikram, A. 2008. Aerobic Compost Tea, Compost and A Combination of Both Reduc the Severity of Common Scab (*Streptomyces scabiei*) on Potato Tubers. **Journal of Plant Sciences** 3(2): 168-175.

Biaèczyk, J., Lechowski, Z., and Libik, A. 1999. The protective action of tannins against glasshouse whitefly in tomato seedlings. **The Journal of Agricultural Science** 133(2): 197-201.

Ingham, E. 2005. The compost tea brewing manual. **US Printings: Soil Foodweb Incorporated**. Oregon.

Kai, H., Ueda, T., and Sakaguchi, M. 1990. Antimicrobial activity of bark-compost extracts. **Soil Biology and Biochemistry** 22(7): 983-986.

Kone, S.B., Dionne, A., Tweddell, R.J., Antoun, H. and Avis, T.J. 2010. Suppressive effect of non-aerated compost teas on foliar fungal pathogens of tomato. **Biological Control** 52: 167–173.

Lanthier, M. 2007. Compost Tea and Its Impact on Plant Disease. **BC Organic Grower** 10(2): 7-11.

Manandhar, T. and Yami, K.D., 2008. Biological Control of Foot Rot Disease of Rice Using Fermented Products of Compost and Vermicompost. **Scientific World** 6(6): 52-56.

Scheuerell, S.J. and Mahaffee, W.F. 2002. Compost Tea: Principles and Prospects for Plant Disease Control. **Compost Science and Utilization** 10: 313-338.

_____. 2003. Understanding How Compost Tea Can Control Disease. **BioCycle** 44(2): 20-25.

Sultana, N. 2012. Effect of compost tea in controlling brown spot and narrow brown spot of rice (Doctoral dissertation). **A Thesis Submitted to Bangladesh Agricultural University**. Mymensingh In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Plant Pathology 64.

Thiem, B. and Gooeliñska, O. 2004. Antimicrobial activity of *Rubuschamaemorus* leaves. **Fitoterapia** 75: 93-95.

Weltzien, H. C. 1990. The use of composted materials for leaf disease suppression in field crops. Monograph. **Br. Crop. Prot. Counc.** 45: 115-120.

Wickramaarachchi, W.A.R.T., Reddy, P.N.N., Reddy, T.V. and Rao, P.V. 2003. Suppression of tomato early blight by spraying of animal manure based compost water extracts. **Annals of the Sri Lanka Dep. of Agric.** 5: 281-290.

ยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืน

Strategy for Development of sustainable Organic Farming

เทวัญ นันทวงศ์ [1*]

Tewan Nunthawong[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมมติฐานพลวัตหรือวงจรย้อนกลับของระบบเกษตรอินทรีย์แบบยั่งยืน จัดกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 136 ครัวเรือนด้วยตัวแปรหลายตัวพร้อมกันซึ่งประกอบด้วยขนาดพื้นที่เกษตรกรรม ผลผลิตต่อไร่ และอัตราส่วนของกำไรต่อต้นทุนต่อไร่ และหาอิทธิพลของขนาดพื้นที่การเกษตรต่อผลผลิตต่อไร่ และต่ออัตราส่วนกำไร/ต้นทุนต่อไร่ วิธีการวิจัยประกอบด้วย การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเกษตรอินทรีย์และการจัดการภูมิทัศน์เพื่อการเกษตร และเชื่อมโยงเหตุและผลในรูปของวงจรย้อนกลับหรือสมมติฐานพลวัตด้วยวิธีการคิดเชิงระบบ วิเคราะห์การจัดกลุ่มครัวเรือนเกษตรกรด้วยตัวแปรหลายตัวโดยใช้สถิติ K-Means Cluster และหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยสถิติการวิเคราะห์ถดถอยอย่างง่าย ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลในโครงการชุมชนแปลงชีวมวลสู่พลังงานและไบโอชาร์ซึ่งได้รวบรวมโดยวิธีการสัมภาษณ์หัวหน้าครัวเรือนเกษตรกรโดยใช้แบบสอบถาม ในเขตอำเภอปลาปาก จังหวัดนครพนม ซึ่งเป็นพื้นที่ทำนาปีที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง และมีเป้าหมายที่จะมีการพัฒนาเป็นเกษตรอินทรีย์ โดยเน้นขนาดพื้นที่ทำการเกษตรที่มีความเป็นไปได้ตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงและการพัฒนาที่ยั่งยืน

ABSTRACT

The goal of this research is to formulate strategy for sustainable development of an organic agriculture. The working objectives are to develop the dynamic hypothesis or feedback loops of a sustainable organic agriculture system ; to classify 136 agricultural households based on farm size, production yield and the profit to cost ratio; and to examine the effects of farm size on yield as well as on profit to cost ratio. Research methodology comprised literature reviews of the topics related to organic farming , agricultural and landscape management; and formulated causal relationships in the form of feedback loops using Systems Thinking ; classifying agricultural households using K-means cluster, examining the effects of variables using Simple regression. Data for analysis were selected from the Biomass to Energy and Biochar Community project, collected by interviewing the heads of agricultural households , using questionnaires , in Plapak District, Nakhon Phanom province. All were rainfed paddy fields using chemical inputs. It is expected to formulate strategy to change to organic farming with possible farm sizes that can achieve sufficiency economy and sustainable development concept.

Keywords: organic farming, sustainable agricultural development, sufficiency economy, agricultural landscape management

*Corresponding author; e-mail address: Tewannunthawong@gmail.com

[1]สาขาวิชาการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน (ภาคพิเศษ)

บัณฑิตวิทยาลัยโครงการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1]Sustainable Land Use and Natural Resource Management Special Program, The Graduate School,Kasetsart University

บทนำ

ปัจจุบันแนวคิดของการทำเกษตรกรรมได้ย้อนกลับสู่แบบธรรมชาติ ที่ไม่มีการใช้เคมีสังเคราะห์อย่างที่มนุษย์เคยทำเมื่อหมื่นปีที่แล้ว การเพิ่มขึ้นของประชากรและความกลัวเรื่องการขาดแคลนอาหารเป็นแรงขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบการเกษตร จากระบบธรรมชาติมาเป็นการใช้เคมีสังเคราะห์เพื่อการเพิ่มผลผลิต “การปฏิวัติเขียว” (Green revolution) ที่เกิดขึ้นในปี 2483 มีจุดมุ่งหมายในการเพิ่มผลผลิตของที่ดินโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Mankel,2009) ซึ่งประกอบด้วยการใช้เมล็ดพันธุ์แบบใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงแทนพันธุ์ดั้งเดิม การลงทุนอย่างเข้มข้นด้านปุ๋ยเคมีสังเคราะห์และยาฆ่าแมลง การควบคุมโรค การใช้เครื่องจักรกลการเกษตร และการจัดการดินและน้ำ ได้กลายเป็นแบบจำลองของการเกษตรแผนใหม่ที่ขยายตัวไปทั่วโลกอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ดีการเกษตรแผนใหม่ที่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ได้สร้างสารพิษตกค้างในผลิตผลทางการเกษตรและกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) ที่เชื่อว่าเป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (climate change) และส่งผลกระทบย้อนกลับในรูปของการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ (Serpil, 2012) เช่น ความแห้งแล้ง น้ำท่วม ดินถล่ม และความไม่มั่นคงทางอาหาร เพิ่มความยากจน และปัญหาอื่นๆตามมา ปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้แนวคิดของเกษตรแบบธรรมชาติได้รับการพิจารณาจากผู้ผลิตและผู้บริโภคให้กลับมาใหม่ในชื่อที่เรียกว่า “การเกษตรอินทรีย์” มีการก่อตั้งองค์กรระดับนานาชาติ ได้แก่ International Federation of Organic Agriculture Movements มีชื่อย่อว่า IFAOM เป็นผู้กำหนดมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ซึ่งในปี 2557 มีประเทศทั่วโลกเข้าร่วมเป็นสมาชิกกว่า 170 ประเทศ แต่ละประเทศได้นำเอามาตรฐานนี้ไปประยุกต์เพิ่มเติมเฉพาะของแต่ละประเทศ มีการขยายพื้นที่เกษตรอินทรีย์ทั่วโลกจาก 11 ล้านเฮคตาร์ (68.75 ล้านไร่) ในปี 2542 เป็น 43.1 ล้านเฮคตาร์ (269.37 ล้านไร่)ในปี 2556 (BIOFACH, 2015)

ที่มาและพัฒนาการของเกษตรอินทรีย์ (organic agriculture)

Baron Walter James Northbourne เกษตรกรจากมหาวิทยาลัยออกฟอร์ด เป็นคนแรกที่ใช้คำว่า “เกษตรอินทรีย์” (organic agriculture) ในหนังสือของเขาเรื่อง ”Look to the land“ ปี 2483 โดยเขาได้อธิบายแนวคิดการทำฟาร์มเกษตรอินทรีย์ที่สมดุลและรักษาห่วงโซ่ของการส่งต่ออาหารและพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตโดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ (Kuepper,2010) ซึ่งแนวคิดของเขาได้เป็นรากฐานของการเกิดกลุ่มเกษตรอินทรีย์ขึ้นในประเทศต่างๆ อย่างต่อเนื่องในเวลาต่อมา จนเกิดการจัดตั้งสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (IFOAM) ขึ้นที่เมือง แวร์ซาย ในประเทศฝรั่งเศสเมื่อปี 2515 (Paull,2010) และได้นิยาม “เกษตรอินทรีย์” ว่าหมายถึงระบบการเกษตรที่ส่งเสริมกระบวนการผลิตอาหารและเส้นใย ที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ ที่ส่งผลย้อนกลับสู่ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ที่มีการผลิต บนพื้นฐานของศักยภาพธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตรวมถึงภูมิทัศน์ที่มีอยู่แล้ว เพื่อเพิ่มคุณภาพของการเกษตรทุกด้านรวมทั้งสิ่งแวดล้อมโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ ยาฆ่าแมลง และเคมีเภสัช ในการต้านทานต่อโรคและการเพิ่มอัตราผลตอบแทน เกษตรอินทรีย์เป็นหลักการที่ยอมรับกันทั่วโลกและมีการกำหนดมาตรฐานของการปฏิบัติโดย IFOAM เน้นการสนับสนุนระบบการเลี้ยงตัวเองได้ในระดับท้องถิ่นและระดับภูมิภาค (IFOAM,2006) ซึ่งมีหลักการสำคัญ 4 ด้าน คือ

1. มิติด้านสุขภาพ (health) คำนึงถึงสุขภาพของสิ่งมีชีวิต ดินและสิ่งแวดล้อม
2. มิติด้านนิเวศวิทยา (ecology) คำนึงถึงการรักษาระบบนิเวศเกษตร (agro-ecology system) ให้มีความสมบูรณ์โดยมีระบบการหมุนเวียนของสารอาหารและพลังงานอย่างต่อเนื่อง

3. มิติด้านความเป็นธรรม (fairness) คำนึงถึงการแบ่งปันโอกาสในการใช้ทรัพยากรและการได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมและอาหารที่มีคุณภาพอย่างเท่าเทียมกัน
4. มิติด้านการเฝ้าระวัง (care) คำนึงถึงการมีระบบป้องกันการทำลายสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

มาตรฐานของเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทย

ปัจจุบันหลายประเทศในโลกได้มีการกำหนดมาตรฐานการรับรองเกษตรอินทรีย์ภายในประเทศของตนเอง สำหรับประเทศไทยมีการใช้ มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.) ที่จัดทำขึ้นตามแนวทางมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ขั้นพื้นฐานของ IFOAM ตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 และมีการปรับปรุงเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน มกท.มีมาตรฐานคลอบคลุมด้านต่างๆได้แก่ การผลิต การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว การแปรรูปผลิตภัณฑ์ การเก็บผลิตผล การผลิตปัจจัยการผลิตเพื่อการค้า และอื่นๆที่เกี่ยวกับการปศุสัตว์ ซึ่งทำให้ มกท.สามารถให้บริการตรวจสอบและรับรองผลิตภัณฑ์อินทรีย์ได้ในทุกขั้นตอน (มกท, 2016)

ความแตกต่างระหว่างเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมีสังเคราะห์

Table 1 Practices of chemical fertilizer agriculture and organic agriculture indicated by **X**

Description	Chemical agriculture	Organic agriculture
Natural seeds		X
Genetically modified organisms seeds (GMOs)	X	
Integrated cropping systems		X
Monoculture cropping systems	X	
Use of heavy machinery for land preparation and harvesting	X	
Chemical synthetic fertilizer	X	
Organic fertilizer		X
Pesticides	X	
Chemicals in the treatment plant	X	
Hydroponics systems plant	X	
Nano materials production processing	X	

ปัญหาที่ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ในการทำการเกษตรอินทรีย์คือ ความสามารถในการผลิตที่ให้จำนวนผลผลิตน้อยกว่าการเกษตรแบบเคมีสังเคราะห์ 25% (Seufert ,2012) และจากการวิจัยผลผลิตข้าวด้วยระบบอินทรีย์เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 1-10 ปี ส่วนใหญ่พบว่า ผลผลิตข้าวลดลง ร้อยละ 20-30 ในระยะปรับเปลี่ยนช่วงระยะ 3 ปีแรก (บุศราและคณะ,2554)ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ดีปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่สามารถสนับสนุนกระบวนการผลิตพืชให้ได้ผลผลิตที่สูงกว่า โดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์และยาฆ่าแมลง เช่น การปรับปรุงโครงสร้างดินด้วยถ่านชีวภาพ ”ไบโอชาร์ “ (Biochar) การวางระบบการปลูกพืช แบบผสมผสาน (integrated farming system) และการปรับสภาพนิเวศเกษตรให้เหมาะสมกับชนิดพืชที่ปลูก ซึ่งเป็นการจัดการภูมิทัศน์เกษตรเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ สนับสนุนกระบวนการผลิตและคุณภาพของผลผลิตเกษตรอินทรีย์

การจัดการภูมิทัศน์ในพื้นที่เกษตร (Agricultural Landscape Management)

การจัดการภูมิทัศน์ ในพื้นที่เกษตรหมายถึง การจัดการพื้นที่การเกษตรให้มีระบบนิเวศที่เอื้อต่อการเพิ่มผลผลิตการเกษตรโดยรักษาความสมบูรณ์ของทรัพยากรดิน สิ่งมีชีวิตบนดินและใต้ดิน รวมทั้งสภาพแวดล้อม (Rizzo,2012) หรือหมายถึง การออกแบบและจัดทำโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางธรรมชาติกับองค์ประกอบที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นให้อยู่ร่วมกันได้อย่างกลมกลืนและสมดุลในด้านความสวยงามและการให้ประโยชน์ใช้สอย (Miller,2003)

องค์ประกอบทางธรรมชาติ ได้แก่ ดิน น้ำ อากาศ และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต องค์ประกอบของสิ่งประดิษฐ์จากมนุษย์ ได้แก่ การออกแบบการใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับการเพาะปลูก การออกแบบและจัดทำโครงสร้างพื้นฐานที่เอื้อต่อการเกษตร เช่น ระบบน้ำ ระบบถนน ระบบขนส่งปัจจัยการผลิตและผลผลิต และระบบป้องกันภัยพิบัติ เช่น อุทกภัย และภัยแล้ง

องค์ประกอบทางธรรมชาติที่กระจายอยู่ในแต่ละพื้นที่การเกษตรมีความแตกต่างกันในด้านปริมาณ คุณภาพและการเข้าถึงเพื่อใช้ประโยชน์ในการจัดการทางด้านเกษตร จึงต้องอาศัยการจัดการโดยมนุษย์เพื่อให้เกิดการเข้าถึงองค์ประกอบทางธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเท่าเทียมในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการเกษตร ฉะนั้นการจัดการดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือระบบการจัดการฟาร์ม และการจัดการภูมิทัศน์

การจัดการฟาร์ม จะเริ่มต้นตั้งแต่การเตรียมพันธุ์พืช การเตรียมดินในการเพาะปลูก การจัดแปลงการเพาะปลูกแบบหมุนเวียน การเก็บเกี่ยว การตลาด การจัดภูมิทัศน์ (Estrada-Carmona et al,2014) ประกอบด้วยการจัดระบบการใช้ที่ดินให้ถูกต้องตามกฎหมาย และเหมาะสมกับชนิดพืชที่ปลูก ปรับโครงสร้างดินให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะกับความหลากหลายสิ่งมีชีวิตเพื่อให้มีการทำเกษตรที่อิงกับธรรมชาติแบบยั่งยืน การจัดหาแหล่งน้ำ จัดทำโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน คลองส่งน้ำ และคลองระบาย โรงเรือนในแปลงเกษตร การสร้างระบบป้องกันภัยพิบัติ เช่น น้ำท่วม ลมพายุ ไฟป่า ที่เกิดโดยธรรมชาติหรือมนุษย์เป็นผู้ก่อเหตุ จัดระบบเครือข่ายชุมชนให้มีส่วนร่วมในการจัดการภูมิทัศน์ ตั้งแต่ระบบการวางแผน การลงมือปฏิบัติ การจัดการเกษตร โดยร่วมกันการดูแลรักษาธรรมชาติและภูมิทัศน์ ให้สอดคล้องกับหลักการเกษตรอินทรีย์ 4 ด้านคือ 1) ด้านสุขภาพสิ่งมีชีวิต และดิน 2) ด้านนิเวศน์ 3) ด้านความเท่าเทียม 4) ด้านการเฝ้าระวัง

โดยสรุป การทำฟาร์มเกษตรอินทรีย์เพื่อให้เกิดความยั่งยืน จำเป็นต้องมีการจัดการด้านการเกษตรที่มีระบบภูมิทัศน์สนับสนุนซึ่งอาจเป็นภูมิทัศน์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้น และมีชุมชนที่เข้มแข็ง เนื่องจากไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง ระบบภูมิทัศน์จะต้องมาช่วยเรื่องการเข้าถึงองค์ประกอบของการเกษตร เช่น การเข้าถึงแหล่งน้ำ การปรับปรุงดิน การป้องกันระบบภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมมติฐานพลวัตหรือวงจรย้อนกลับของระบบเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืน การจัดกลุ่มเกษตรกรตัวอย่างด้วยตัวแปร คือ ขนาดพื้นที่การเกษตร ผลผลิตต่อไร่ และอัตราส่วนกำไรต่อต้นทุนต่อไร่ และหาอิทธิพลของขนาดพื้นที่การเกษตรต่อผลผลิตต่อไร่และต่ออัตราส่วนกำไรต่อต้นทุนต่อไร่ ของการทำเกษตรในระบบการใช้ปุ๋ยสังเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนเป็นเกษตรอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างสมมุติฐานพลวัต (อรสา,2552) รวบรวมจากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเกษตรอินทรีย์ การจัดการเกษตรอย่างยั่งยืน และการจัดการภูมิทัศน์ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตต่อไร่และระหว่างขนาดพื้นที่เพาะปลูกและอัตราส่วนกำไรต่อต้นทุน ได้คัดเลือกจากฐานข้อมูลเกษตรกรในโครงการวิจัยและพัฒนาเรื่องชุมชนแปลงชีวมวลสู่พลังงานและไบโอชาร์ ซึ่งได้มีการสำรวจในช่วงปี 2557-2558 โดยคัดเฉพาะครัวเรือนที่มีข้อมูลตัวแปรที่ต้องการครบถ้วน คือ ขนาดพื้นที่เกษตรทำนา ผลผลิตต่อไร่ ต้นทุนการผลิตทั้งหมด และ รายได้จากการขายทั้งหมด

สมมติฐานในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

1. ขนาดของพื้นที่เกษตรมีอิทธิพลต่อผลผลิตต่อไร่
2. ขนาดของพื้นที่เกษตรมีอิทธิพลต่ออัตราส่วนกำไรต่อต้นทุนต่อไร่

การสังเคราะห์และวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการสังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากการทบทวนเอกสารเพื่อสร้างสมมติฐานพลวัต คือวิธีคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) เครื่องมือสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การจัดกลุ่มตัวแปรหลายตัว คือ K-means cluster และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อหาอิทธิพลของตัวแปร คือ การวิเคราะห์ถดถอยอย่างง่าย

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สมมติฐานพลวัตระบบเกษตรอินทรีย์แบบยั่งยืน

จากการตรวจสอบเอกสารด้านเกษตรอินทรีย์และที่เกี่ยวข้องในบทนำสามารถสังเคราะห์ให้อยู่ในรูปของสมมติฐานพลวัตหรือวงจรย้อนกลับของระบบเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืน ดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นระบบที่ประกอบด้วยวงจรย้อนกลับเชิงลบหรือวงจรสมดุล 2 วงจร (วงจรลบ—ระบบที่มีองค์ประกอบภายในทำงานขัดแย้งกันเพื่อรักษาความสมดุลของระบบ) และวงจรย้อนกลับเชิงบวก 1 วงจร (วงจรบวก—ระบบที่มีองค์ประกอบภายในทำงานเสริมกันซึ่งอาจเสริมกันแล้วเติบโตหรือเสื่อม) วงจรที่ 1 (วงจรลบ) ประกอบด้วยการจัดการเกษตรแบบยั่งยืนและการจัดการภูมิทัศน์ ทำงานร่วมกันในระบบสมดุล หมายความว่า ถ้ามีระบบธรรมชาติที่ช่วยสนับสนุนการจัดการเกษตรแบบยั่งยืนได้น้อย ความต้องการในการจัดการภูมิทัศน์จะเพิ่มขึ้น และถ้าการจัดการภูมิทัศน์เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้การเกษตรมีโอกาสยั่งยืน (บุศรา,2554;ศานิต,2558;Rizzo,2012) วงจรที่ 2 (วงจรลบ) ประกอบด้วย การจัดการภูมิทัศน์ ภัยพิบัติ และการจัดการเกษตรยั่งยืน ทำงานร่วมกับเพื่อรักษาความสมดุล หมายความว่าถ้ามีการจัดการภูมิทัศน์ด้านการป้องกันภัยพิบัติ เช่น มีระบบป้องกันน้ำท่วม น้ำแล้ง เป็นต้น โอกาสได้รับความเสียหายจากภัยพิบัติจะน้อยลง ทำให้มีโอกาสมากขึ้นในการจัดการการเกษตรได้อย่างยั่งยืน (บุศรา,2554;ศานิต,2558;Muller,2009) วงจรที่ 3 (วงจรบวก) ประกอบด้วยเครือข่ายความร่วมมือของชุมชนการจัดการเกษตรอย่างยั่งยืน และรายได้จากการเกษตร ทำงานร่วมกันเพื่อการเติบโตหรืออาจเสื่อม หมายความว่าถ้าเครือข่ายชุมชนมีส่วนร่วมมากในทุกระดับตั้งแต่การวางแผนจนถึงการดูแลรักษา จะส่งผลให้การจัดการเกษตรแบบยั่งยืนเกิดขึ้นได้ง่าย และเมื่อการเกษตรมีความยั่งยืน จะส่งผลให้มีรายได้การเกษตรเพิ่มขึ้น การทำงานในลักษณะนี้จะทำให้ระบบเปลี่ยนแปลงในทางที่เติบโต ในทางกลับกันถ้าเครือข่ายชุมชนมีส่วนร่วมน้อย

ในทุกระดับตั้งแต่การวางแผนจนถึงการดูแลรักษา จะส่งผลให้การจัดการเกษตรแบบยั่งยืนเกิดขึ้นได้ยาก และเมื่อการเกษตรไม่มีความยั่งยืน จะส่งผลให้มีรายได้การเกษตรน้อย การทำงานในลักษณะนี้จะทำให้ระบบเปลี่ยนแปลงในทางที่เสื่อมลงหรือเรียกอีกอย่างว่าวงจรอุบาทว์ (บุศรา,2554;UNSD,2015) จะเห็นว่าการจัดการเกษตรอย่างยั่งยืนจะขึ้นกับองค์ประกอบทางธรรมชาติ ภัยพิบัติ การจัดการภูมิทัศน์และการมีส่วนร่วมของชุมชน ขณะที่การจัดการภูมิทัศน์ขึ้นอยู่กับการจัดการเกษตรแบบยั่งยืนและการมีส่วนร่วมของชุมชน การมองเห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบย้อนกลับ ทำให้เห็นกลไกการทำงานของระบบว่ากำลังมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่เติบโตหรือเสื่อม ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วเป็นการประหยัดเวลาและทรัพยากร เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาเฉพาะองค์ประกอบที่มีความอ่อนไหวต่อระบบมากที่สุดได้ทันท่วงที

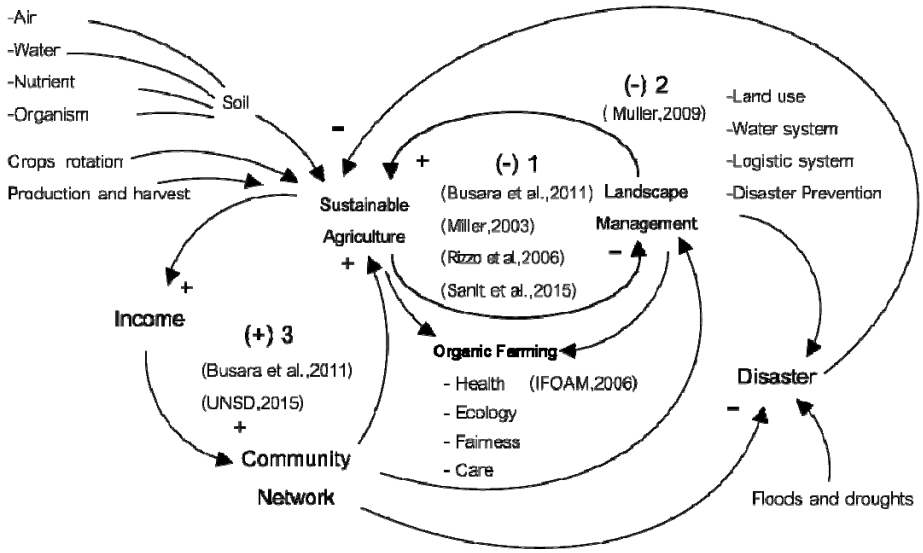


Figure 1 Feedback loops/dynamic hypothesis of sustainable organic agriculture

ผลการจัดกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนเกษตรกรด้วยตัวแปรหลายตัว

ผลการจัดกลุ่มเกษตรกรที่ทำนาปีในอำเภอปลาปาก จังหวัดนครพนมจำนวน 136 ครัวเรือน ออกเป็น 2 กลุ่ม และ 3 กลุ่ม ด้วยตัวแปรหลายตัวพร้อมกันได้แก่ ขนาดพื้นที่เกษตรกรรม ผลผลิตต่อไร่ และอัตราส่วนกำไรต่อต้นทุนต่อไร่ โดยใช้ K-means cluster พบว่าการแบ่งเป็น 2 กลุ่มให้ความหมายได้ดีกว่า เนื่องจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานขนาดพื้นที่เกษตรของกลุ่มย่อย ไม่ต่างกันมากคือมีค่า 12 และ 14 ตามลำดับ ขณะที่แบ่งเป็น 3 กลุ่มจะแตกต่างกันมากคือมีค่า 30, 59 และ 50 เรียงตามลำดับ และขนาดพื้นที่เกษตรของกลุ่มย่อย 2 และ 3 มีขนาดใกล้เคียงกัน ที่น่าสังเกตคือกลุ่มที่มีพื้นที่เกษตรขนาดเล็กจะมีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าพื้นที่เกษตรที่มีขนาดใหญ่กว่า แต่อัตราส่วนกำไรต่อต้นทุนต่อไร่ของแปลงเกษตร (นา) ขนาดเล็กจะต่ำกว่าแปลงนาขนาดใหญ่ (ตารางที่ 2)

Table 2 Classify agricultural households using K-means cluster

Variable description	Cluster by 2 Groups (No. of group members)		Cluster by 3 groups (No. of group members)		
	1 (40)	2 (96)	1(14)	2(60)	3(62)
Average size of farm land (Rai)	15.15	23.70	12.36	21.13	23.22
Profit/cost / Rai	2.68	2.82	1.99	2.58	3.15
Production yield (kg.) / Rai	542.68	220.35	701.68	163.82	374.32

อิทธิพลของขนาดพื้นที่ทำเกษตรต่อผลผลิตต่อไร่

จากตารางที่ 3,4 พบว่า ขนาดพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตต่อไร่มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก (ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ = .197) และจากตารางที่ 4 พบว่าขนาดพื้นที่เพาะปลูกแทบไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตต่อไร่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่เพาะปลูกอธิบายการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตต่อไร่ได้เพียงร้อยละ 4 (ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ R^2 = .039)

อิทธิพลของขนาดพื้นที่ทำเกษตรต่ออัตราส่วนกำไรต่อต้นทุน

จากตารางที่ 5,6 พบว่า ขนาดพื้นที่เพาะปลูกและอัตราส่วนกำไรต่อต้นทุนต่อไร่มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก (ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ = .309) และจากตารางที่ 6 พบว่าขนาดพื้นที่เพาะปลูกมีอิทธิพลต่ออัตราส่วนกำไรต่อต้นทุนต่อไร่น้อยมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่เพาะปลูกอธิบายการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนกำไรต่อต้นทุนต่อไร่ ได้เพียงร้อยละ 10 (ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ R^2 = .096)

Table 3 ANOVA[b] Table for an analysis of an effect of farm size area on agricultural yield

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	174392.609	1	174392.609	5.392	.022[a]
Residual	4333808.966	134	32341.858		
Total	4508201.575	135			
a.Predictors: (Constant),Farm land size (Rai) b.Dependent Variable: Production yield(kg.) / Rai					

Table 4 Regression analysis of an effect of farm size area on agricultural yield

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.197[a]	.039	.032	179.83842	.039	5.392	1	134	.022
a.Predictor: (Constant),Farm land size (Rai) b.Dependent Variable: Production yield(kg.) / Rai N=136 Statistical significance test=0.05									

Table 5 ANOVA[b] Table for an analysis of an effect of farm size area on profit to cost ratio

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	261.803	1	261.803	14.168	.000[a]
Residual	2476.149	134	18.479		
Total	2737.952	135			
a.Predictor: (Constant),Farm land size (Rai) b.Dependent Variable: Profit Ratio / Costs/Rai					

Table 6 Regression analysis [b] of an effect of farm size area on agricultural yield

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.309[a]	.096	.089	4.29869	.096	14.168	1	134	.000

a.Predictor: (Constant),Farm land size (Rai) b.Dependent Variable: Ratio of Profit / Costs N=136 Statistical significance test=0.05

สรุปและข้อเสนอแนะ

สมมติฐานพลวัตระบบเกษตรอินทรีย์แบบยั่งยืนที่ได้จากการสังเคราะห์การทบทวนเอกสารในงานวิจัยนี้ สามารถช่วยเป็นกรอบในการจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืน ตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงในระดับครัวเรือนและเพื่อการขยายในระดับชุมชนได้ เพราะเป็นกรอบเชิงโครงสร้างที่เห็นกลไกการทำงานของระบบ ในกรณีที่ต้องการพัฒนาจากเกษตรอินทรีย์ที่กำลังดำเนินอยู่ สามารถใช้เป็นกรอบในการประเมินได้อย่างรวดเร็วว่ามีปัญหาหรือไม่อย่างไรและหากพบปัญหาสามารถปรับแก้ได้ตรงประเด็น ในกรณีที่จะใช้ตัดสินใจว่าควรเริ่มทำเกษตรอินทรีย์ที่ขนาดพื้นที่เท่าไรต้องมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเปรียบเทียบเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมีสังเคราะห์ สมมติฐานพลวัตนี้สามารถพัฒนาต่อไปเป็นโมเดลซิสเต็มไดนามิกส์เพื่อทดสอบในระดับนโยบายได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ในสาขาการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน อาจารย์ที่ปรึกษา กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการสนับสนุนกับการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล และคณะ.2554.**นวัตกรรมทางเกษตรที่สนับสนุนระบบผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรรายย่อยภาคเหนือ**.คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศานิต เก้าเอี้ยน และคณะ.2558.**การยกระดับมูลค่าเพิ่มข้าวหอมมะลิอินทรีย์ที่ผลิตโดยเกษตรกรรายย่อย**.สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์.2559.**มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มกท**.สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. นนทบุรี.

อรสา สุกสว่าง.2552.**ระบบพลวัตทางภูมิศาสตร์**.โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

Estrada-Carmona,Natalia.K.Hart,Abigail.A.J.DeClerck,Fabrice.,A.Harvey,C.Milder.Celia,Jeffrey.2014, **Integrated landscapemanagement for agriculture**, rural livelihoods,and Ecosystem conservation: An assessment of experience from Latin America and the Caribbean.

IFOAM.2006.**Organic Agriculture and Food Security**.The opinions expressed in this publication do not necessarily represent an IFOAM approved position.

Kuepper,George.2010. **A Brief Overview of the History and Philosophy of Organic Agriculture**.Kerr Center for Sustainable Agriculture.

Mankel.2009.**Fighting World Hunger on a Global Scale** :The Rockefeller Foundation and the Green Revolution in Mexico.University Berlin, Germany.

Miller,Josef. 2003. **Landscape Management**. Bavarian State Ministry for Agriculture and Forestry.

Muller, Adrian.2009. **Benefits of Organic Agriculture as a Climate Change Adaptation and Mitigation Strategy for Developing Countries**. Environment for Development Program for Central America.

Paull,John.2010.**From france to the world : The international of organic agriculture movements(IFOAM)**.Institute of Social and Cultural Anthropology, University of Oxford, 51-53.

Rizzo ,D.,Marraccini ,E., Lardon S., Rapey H., Debolini M., Thenail C., Benoît M.2012 . **A landscape agronomy perspective**. The10th European IFSA Symposium 5.1: 1-6.

Rundgren,Gunnar.2005.**Organic Agriculture and Food Security**.the IFOAM World Board.

Serpil Savci.2012. **An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer**. Journal of Environmental Science and Development 3 : 77-79.

The United Nations Sustainable Development Summit.2015.**Partnerships for Sustainable Development Goals**. Division for Sustainable Development United Nations Department of Economic and Social Affairs.

Verena Seufert , Navin Ramankutty and Jonathan A. Foley , 2012 . **Comparing the yields of organic and conventional agriculture** . Macmillan Publishers Limited.

Willer,Helga and Lernoud,Julia,2015.**Organic Agriculture World wide : Current Statistics**. Research I nstitute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland.BIOFACH 2015,11.2

Effect of parboiled germinated brown rice on rat brain hippocampus lipid peroxidation and superoxide dismutase activity in an animal model of oxidative stress

Kansuda Wunjuntuk[1*], Jureeporn Nounmusig[2] and Aikkarach Kettawan[3]

ABSTRACT

Parboiled germinated brown rice (PGBR) from Khao Dawk Mali 105 (KDML 105) Thai rice variety is well-known for its nutrients and bioactive compounds. This study was conducted to determine the neuroprotective effect of PGBR on carbon tetrachloride (CCl_4)-induced brain oxidative stress. Thirty-five male Sprague-Dawley rats were randomly divided into five groups: (1) control group (basal diet), (2) CCl_4 group (basal diet+CCl_4), (3) white rice (WR) group (WR diet+CCl_4), (4) brown rice (BR) group (BR diet+CCl_4), and (5) PGBR group (PGBR diet+CCl_4). The corn starch in AIN76A basal diet was replaced by cooked PGBR, BR and WR powders for preparing PGBR, BR and WR diets, respectively. Each rat in group 2, 3, 4 and 5 was orally administered with 1 mL/kg rat of CCl_4 in olive oil (1:1, v/v) twice a week. After 8 weeks, all rats were sacrificed under CO_2 anesthesia. The hippocampus was dissected and homogenized to evaluate the level of lipid peroxidation product (malondialdehyde, MDA) and antioxidant enzyme activity (superoxide dismutase, SOD). CCl_4-treated rats had significantly higher brain hippocampus MDA level and significantly lower SOD activity than the control group. However, rats in PGBR group showed the neuroprotective effects as indicated by a decrease in brain hippocampus MDA level and an increase in SOD activity in comparison with the CCl_4 group. This finding suggests that PGBR may prevent CCl_4-induced brain hippocampus oxidative stress due to its antioxidant activity and bioactive compounds.

Keyword: parboiled germinated brown rice, brain, lipid peroxidation, superoxide dismutase, carbon tetrachloride

*Corresponding author; Tel.: +66 2 579 5534 Ext.104; e-mail address: fagrkdw@ku.ac.th, noinadekdee@gmail.com

[1]Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand

[2]Public health program, Faculty of science and technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, 80280, Thailand

[3]Food Chemistry Division, Institute of Nutrition, Mahidol University, Nakhon Pathom, 73170, Thailand

INTRODUCTION

Brown rice or paddy rice is soaked for water absorption and followed with germination under certain conditions till the sprout length is 0.5 – 1.0 mm. Several of valuable nutrients was remarkably increased after germination, especially increasing 13-fold for γ-oryzanol, 10-fold for γ-aminobutyric acid (GABA), about 4-fold for dietary fiber, vitamin E, niacin and lysine, and nearly 3-fold for vitamins B1 and B6, and magnesium (Kayahara *et al.*, 2000). Furthermore, previous studies have shown the anti-oxidant, anti-inflammation, anti-diabetic and anti-cancer properties in germinated brown rice (Latifah *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2010; Imam *et al.*, 2012; Soiampornkul *et al.*, 2012). Parboiled germinated brown rice (PGBR) was produced from Khao Dawk Mali 105 (KDML 105) rice variety, which is the most famous Thai rice, and is known for its texture and aroma. PGBR was produced by steaming germinated paddy rice. During parboiling, starch granules of rice are gelatinized, which improves stability and lessens the rupture of rice grain. Our recent reports (Wunjuntuk *et al.*, 2016a; Wunjuntuk *et al.*, 2016b) showed the high quantity of GABA, γ-tocotrienol, γ-oryzanol and ferulic acid in PGBR of Khao Dawk Mali 105 rice variety, KDML 105 *(O. sativa* L. cv.) grown in Thailand. In addition, our results showed that PGBR had more anti-fibrotic, anti-inflammatory and antioxidant capacities in rat's liver than brown rice and white rice.

It was evident that oxidative stress played a crucial role in neurodegeneration, which is an important player in the pathophysiology of brain diseases such as Alzheimer's diseases, Parkinson's disease, stroke and multiple sclerosis (Popa-Wagner *et al.*, 2013). The brain consumes 20% of the body's oxygen for aerobic metabolism leading to the augment of metabolic rate and a large amount of ROS. Neuronal cells are rich in polyunsaturated fatty acid (PUFA), which is the major target of ROS involving hydrogen abstraction from a carbon-carbon double bonds. With further oxygen addition, lipid peroxyl radicals and hydroperoxides (primary oxidation products) are generated. Subsequently, the secondary oxidation products including malondialdehyde (MDA), propanal, hexanal, and 4-hydroxynonenal (4-HNE) are created (Ayala *et al.*, 2014). SOD, an important protective enzyme of the brain, plays a prominent role in the inactivation of superoxide radicals that could inhibit the initiation of lipid peroxidation by ROS. The elevation of MDA and the depression of SOD activity may reflect the brain injury (Popa-Wagner *et al.*, 2013). Carbon tetrachloride (CCl_4) is a well-known model for detecting hepatoprotective properties of natural components. In addition, CCl_4 causes free radical generation in many tissues such as liver, kidney, heart, lung, testis, blood and brain (Dashti *et al.*,1989). Therefore, the main aim of present work was to evaluate the effect of parboiled germinated brown rice on rat brain hippocampus lipid peroxidation and SOD activity in CCl_4-induced oxidative stress model.

MATERIALS AND METHODS

1. Animals

This animal study was approved by the Experimental animal care and use committee, The National Laboratory Animal Centre, Mahidol University (approval no. RA2013-04). A total of 35 Male Sprague–Dawley rats weighing 200 –250 g was obtained from The National Laboratory Animal Centre, Mahidol University and maintained in an environmentally controlled room (23±2°C, 50±20% humidity) with a 12-hour light/dark cycle.

2. Preparation of parboiled germinated brown rice

PGBR, BR and WR were produced from the same kind of Khao Dawk Mali 105 (*Oryza sativa* L. cv., KDML 105) rice grown in Thailand. PGBR was prepared according to the method of Wunjuntuk *et al*. (2016b) using steamed germinated rice before milling. In brief, the paddy rice was soaked in water for 18 h. The soaked rice was removed from an automatic pre-germination machine (Thai Patent pending No. 1001000300) and then germinated inside the chamber for about 2 days. For the parboiling process, the germinated rice was steamed for 30 min and dehydrated by vacuum drying at 70–75 °C for 2 h. Finally, the steamed rice was dried in hot air oven at 40 °C until the moisture content reached to 13%.

3. Preparation of animal diets

All rice was cooked in an electric rice cooker (1.8 L, Sharp KS-19ET) using the appropriate method (Wunjuntuk *et al*., 2016a), freeze dried, ground into fine powder, packed in vacuum-aluminum foil bags and stored in -20 ^{o}C until used. The corn starch of AIN76A (basal diet) was replaced with freeze dried cooked white rice for WR diet, or replaced with freeze dried cooked brown rice for BR diet, or replaced with freeze dried cooked parboiled germinated brown rice for PGBR diet. The contents of WR, BR, and PGBR added into the diet were based on the composition of energy, protein, carbohydrate, and fat.

4. Experimental design

After the acclimation, rats were randomly divided into five experimental groups, each containing 7 rats. Group I rats were fed with the basal diet (AIN-76A), which was referred as the control group. Group II rats were fed with the basal diet, and orally administrated with 1 ml of CCl_4/olive oil mixture (1:1, v/v)/kg body weight twice a week for consecutive 8 weeks. Group III, IV and V rats were fed with PGBR, BR and WR diets, and orally administrated with 1 ml of CCl_4/olive oil mixture (1:1, v/v)/kg body weight twice a week for consecutive 8 weeks. All rats were allowed to access freely to the experimental diets and water. At the end of 8 weeks, all rats were fasted overnight and sacrificed

under CO_2 anesthesia. The brain samples were immediately dipped into liquid nitrogen and stored at -80 °C until analysis.

5. Brain homogenate preparation

The brain hippocampus was homogenized by manual homogenizer with ice-cold Tris-HCl buffer (100 mM, pH 7.4) containing 5 mM EDTA and 1% (v/v) Triton X-100 to give a final concentration of 10% w/v and sonicated on ice for 10 min. The homogenate solution was centrifuged at 3,000x g for 10 min at 4°C (ROTINA 38, Tuttlingen, Germany). The supernatant was collected and stored at -80°C. The protein content assay was determined by bicinochoninic acid (BCA) protein assay (Smith *et al*., 1985) using BSA (bovine serum albumin) (Bio-Rad Laboratories, CA, USA) as a standard and using Synergy™ HT microplate reader (BioTek, Vermont, USA) for detection.

6. Measurement of MDA level

Lipid peroxidation of homogenized brain hippocampus was measured. Determination of TBA-reactive substances (TBARS), which was a complex between malondialdehyde (MDA) and thiobarbituric acid (TBA) was used as an index of the extent of lipid peroxidation according to the modified method of Esterbauer *et al*. (1991). The concentrations of TBA-reactive substances (TBARS) were calculated using Malondialdehyde bis (diethyl acetal) as a standard. The results were expressed as nmol MDA per milligram of protein.

7. Measurement of superoxide dismutase (SOD) enzymes activity

The SOD activity of homogenized brain hippocampus was measured using Cayman's superoxide dismutase assay kit (Cayman, USA). One unit of SOD was defined as the amount of enzyme needed to exhibit 50% dismutation of superoxide radical.

8. Statistical analysis

The data were presented as means±SE. Statistical significance was examined through one-way analysis of variance and Tukey tests, in which $p< 0.05$ was taken to be statistically significant.

RESULTS

1. Effect of different diets on brain hippocampus MDA content in CCl_4-treated rats

The result, as shown in Figure 1, revealed a significant increase of brain MDA level form rats in CCl_4 group compared with the control ($p<0.05$). Moreover, when compared to CCl_4 group, WR+CCl_4 and BR+CCl_4 group were not significantly different in MDA level ($p<0.05$) whereas PGBR+CCl_4 group showed a significant reduction of MDA level ($p<0.05$). Interestingly, PGBR+CCl_4 group was not significantly different in MDA level as compared to the control ($p<0.05$).

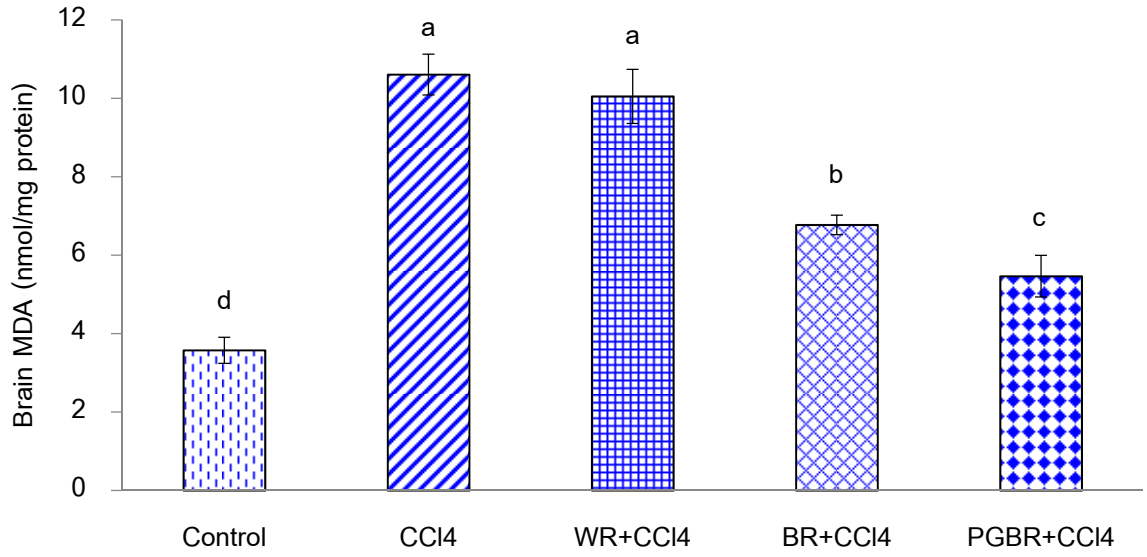


Figure 1 Effect of different diets on brain hippocampus MDA in CCl_4-treated rats. Data are presented as means±SE. Means with different superscripts (a, b, c, d) in each bar are significantly different (p< 0.05).

2. Effect of different diets on brain hippocampus SOD activity in CCl_4-treated rats

A significant decrease of SOD activity in rat brain compared to the control group was observed in CCl_4, WR+CCl_4 and BR+CCl_4 group (p<0.05) whereas PGBR+CCl_4 group was not significantly different in SOD activity compared to the control group (p<0.05) and significantly higher SOD activity than WR+CCl_4, BR+CCl_4 and CCl_4 group, as shown in Figure 2.

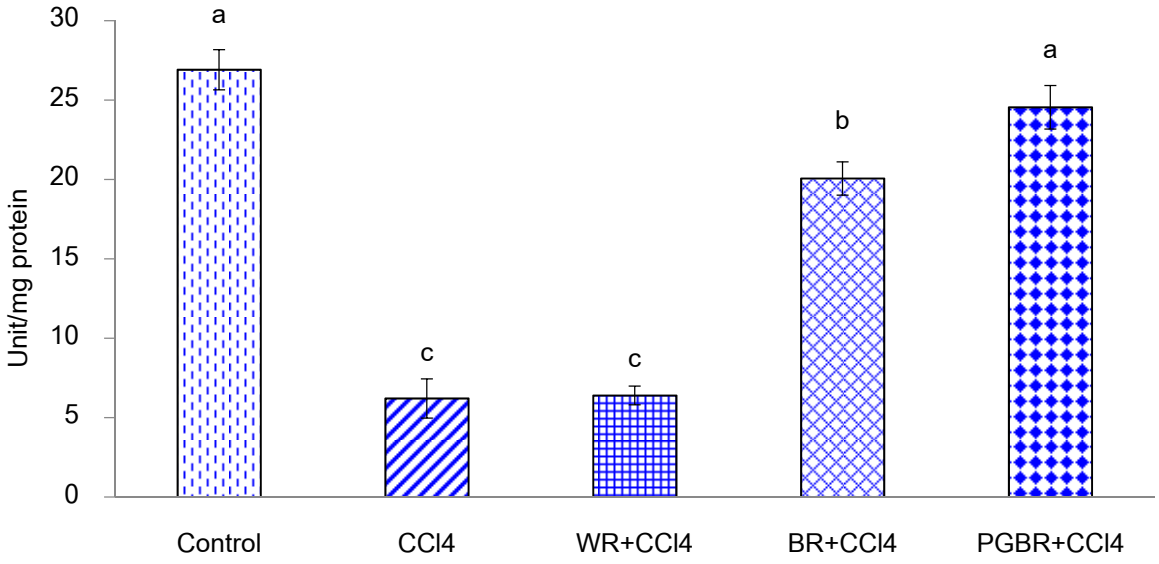


Figure 2 Effect of different diets on brain hippocampus SOD activity in CCl_4-treated rats. Data are presented as means±SE. Means with different superscripts (a, b, c) in each bar are significantly different (p< 0.05).

DISCUSSION

The previous studies indicated that CCl_4, induced rat brain oxidative stress by increasing lipid peroxidation and diminishing antioxidant enzyme activities and GSH content (Dani *et al*., 2008; Makni *et al*., 2012). Correspond to the present study, we found that the increase of MDA level and the decrease of SOD activity in brain hippocampus were observed in CCl_4-treated rats. Notwithstanding, the results of this study showed that rats fed with PGBR diet significantly alleviated brain hippocampus oxidative stress of rats caused by CCl_4. These findings may correspond to the abundant bioactive compounds found in PGBR, such as, ferulic acid, *p*-coumaric acid, γ-oryzanol and γ-tocotrienol, which were present at higher concentration in PGBR than in white rice and brown rice (Wunjuntuk *et al*., 2016b). Several studies have reported that these compounds have a potential to act as antioxidant which may suppress free radicals generated in brain hippocampus of rats induced by CCl_4 (Zhang *et al*., 2010; Ismail *et al*., 2012).

GABA, which was dramatically increased during germination of PGBR, may regulate the glutamatergic system by enhancing glutamate release and/or the sensitivity of NMDA receptors, resulting in memory enhancement (Zhang *et al*., 2010). Previous study of Hou (2011) reported that GABA prevented kainic acid (KA)-induced neuronal injury by suppressing lipid peroxidation in male FVB mice brain and inhibiting ROS accumulation in rat pheochromacytoma cell line (PC12). Shilpa *et al*. (2014) revealed that treatment of GABA and serotonin (5-HT) chitosan nanoparticles in partially hepatectomised rats were able to protect the neurons from ROS mediated cell damage and promoted their survival in the cerebral cortex *via* the regulation of gene expression of NF-κB, TNF-α, Akt-1 and SOD.

Ferulic acid exhibited the protection of neuronal cells against focal cerebral ischemic injury through its anti-oxidative and anti-inflammatory effects (Cheng *et al*., 2008). Moreover, Zhang *et al.* (2010) have demonstrated that pre-germinated brown rice (PR) improved learning and memory deficits induced by low-level lead (Pb) in young rats *via* several mechanisms: (1) the anti-oxidant activities of phenolic compounds featured reducing the ROS and MDA levels in the hippocampus and elevating the activities of SOD and GPx; (2) the high levels of GABA in PR might result in memory enhancement; and (3) PR diets might prevent Pb accumulation to some degree. Ismail *et al*. (2012) indicated that germinated brown rice (GBR) exhibited better neuroprotective and antioxidative activities than brown rice *via* free radical scavenging, chain-breaking and ferrous ions chelating actions in human neuroblastoma SH-SY5Y cells which were induced by H_2O_2. Therefore, PGBR may ameliorate CCl_4 induced oxidative damage to brain hippocampus by regulation of the balance between free radical production and antioxidant defenses.

CONCLUSION

These findings revealed that the experimental animal model of CCl_4-induced brain oxidative stress, rat-fed with PGBR-mixed diet could prevent brain hippocampus damage *via* the improvement of SOD activity and suppression of lipid peroxidation. This finding suggests that the regular consumption of PGBR can help to prevent chronic brain diseases associated with oxidative stress.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by a grant from Agricultural Research Development Agency (Public Organization), Thailand, Research NO., 2555NRCT512316. The authors thank the Faculty of Pharmaceutical Science, Prince of Songkla University for kindly providing the carbon tetrachloride, and RCK Agri Marketing Co., Ltd, Thailand for providing the rice.

REFERENCES

Ayala, A., M.F. Muñoz and S. Argüelles. 2014. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. **Oxid Med Cell Longev**. 2014: 360438.

Cheng, C.Y., T.Y. Ho, E.J. Lee, S.Y. Su, N.Y. Tang and C.L. Hsieh. 2008. Ferulic acid reduces cerebral infarct through its antioxidative and anti-inflammatory effects following transient focal cerebral ischemia in rats. **Am J Chin Med**. 36: 1105–1119.

Dani, C., M.A.B. Pasquali, M.R. Oliveira, F.M. Umezu, M. Salvador, J.A.P. Henriques and J.C.F. Moreira. 2008. Protective effects of purple grape juice on carbon tetrachloride-induced oxidative stress in brains of adult Wistar rats. **J Med Food**. 11: 55–61.

Dashti, H., B. Jeppsson, I. Hagerstrand, B. Hultberg, U. Srinivas, M. Abdulla and S. Bengmark. 1989. Thioacetamide- and carbon tetrachloride-induced liver cirrhosis. **Eur Surg Res**. 21: 83-91.

Esterbauer, H., R.J. Schaur and H. Zollner. 1991. Chemistry and biochemistry of 4-hydroxynonenal, malonaldehyde and related aldehydes. **Free Rad Biol Med**. 11: 81-128.

Hou, C.W. 2011. Pu-Erh tea and GABA attenuates oxidative stress in kainic acid-induced status epilepticus. **J Biomed Sci**. 18: 75.

Imam, M.U., N.H. Azmi, M.I. Bhanger, N. Ismail and M. Ismail. 2012. Antidiabetic properties of germinated brown rice: a systematic review. **Evid Based Complement Alternat Med**. 2012: 816501.

Ismail, N. M. Ismail, F.S. Farhana, S.N. Nor Musa, M.U. Imam, J.B. Foo and S. Iqbal. 2012. Neuroprotective Effects of Germinated Brown Rice against Hydrogen Peroxide Induced Cell Death in Human SH-SY5Y Cells. **Int J Mol Sci**. 13: 9692-9708.

Kayahara, H. and K. Tsukahara. 2000. Flavor, Health and Nutritional Quality of Pre-Germinated Brown rice, pp. 546-551. *In* **Proceedings of the International Chemical Congress of Pacific Basin Societies**. 14- 19 Dec 2000, Honolulu, Hawaii, USA.

Latifah, S.Y., N. Armania, T.H. Tze, Y. Azhar, A.H. Nordiana, S. Norazalina, I. Hairuszah, M. Saidi and I. Maznah. 2010. Germinated brown rice reduces the incidence of aberrant crypt foci with the involvement of beta-catenin and COX-2 in azoxymethane-induced colon cancer in rats. **Nutr J**. 9: 16.

Makni, M., Y. Chtourou, M. Barkallah and H. Fetoui. 2012. Protective effect of vanillin against carbon tetrachloride (CCl_4)-induced oxidative brain injury in rats. **Toxicol Ind Health**. 28 (7): 655-662.

Popa-Wagner, A., S. Mitran, S. Sivanesan, E. Chang and A.M. Buga. 2013. ROS and Brain Diseases: The Good, the Bad, and the Ugly. **Oxid Med Cell Longev**. 2013: 14.

Shilpa, J., T.R. Anju, M.S. Ajayan and C.S. Paulose. 2014. Increased cortical neuronal survival during liver injury: effect of gamma aminobutyric acid and 5-HT chitosan nanoparticles. **J Biomed Nanotechnol**. 10(4): 622-631.

Smith, P.K., R.I. Krohn, G.T. Hermanson, A.K. Mallia, F.H. Gartner, M.D. Provenzano, E.K. Fujimoto, N.M. Goeke, B.J. Olson and D.C. Klenk. 1985. Measurement of protein using bicinchoninic acid. **Anal Biochem**. 150: 76-85.

Soiampornkul, R., S. Junnu, S. Kanyok, S. Liammongkolkul, W. Katanyoo and S. Umpornsirirat. 2012. Antioxidative and neuroprotective activities of the pre-germinated brown rice extract. **Food and Nutrition Sciences** 3: 135-140.

Wunjuntuk, K., A. Kettawan, S. Charoenkiatkul and T. Rungruang. 2016a. Parboiled Germinated Brown Rice Protects Against CCl_4-Induced Oxidative Stress and Liver Injury in Rats. **J Med Food**. 19 (1), 15-23.

Wunjuntuk, K., A. Kettawan, T. Rungruang and S. Charoenkiatkul. 2016b. Anti-fibrotic and anti-inflammatory effects of parboiled germinated brown rice (Oryza Sativa 'KDML 105') in rats with induced liver fibrosis. **Journal of Functional Foods** 26: 363-372.

Zhang, R., H. Lu, S. Tian, J. Yin, Q. Chen, L. Ma, S. Cui and Y. Niu. 2010. Protective effects of pre-germinated brown rice diet on low levels of Pb-induced learning and memory deficits in developing rat. **Chem Biol Interact**. 184 (3): 484-491.

ลักษณะทางกายภาพของผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับหินภูเขาไฟ

Physical Characteristics of Jeans Fabric Bleached by Hydrogen Peroxide, and Hydrogen Peroxide and Pumice Stone

ธนายุต เล็กรัตน์[1*] วัลภา แต้มทอง[1] และ ชุติมา ชวลิตมณเฑียร[1]

Thanayut Lekrat[1*], Walapa Tamthong[1] and Chutima Chawalitmontien[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสี ความทนแรงดึงขาด ความกระด้าง การเปลี่ยนแปลงขนาดและน้ำหนักผ้า ปัจจัยการทดลองคือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3 ระดับ คือ 6% 12% และ 18% และวิธีฟอก 2 ระดับ คือ ใส่หินภูเขาไฟและไม่ใส่หินภูเขาไฟ ดำเนินการทดลอง 5 ซ้ำ ตามแผนการทดลองแบบ 3 × 2 แฟคทอเรียล ผลการวิจัยพบว่า ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีและความกระด้าง ($p < .05$) โดยการฟอกด้วยความเข้มข้น 18% ทำให้ผ้ายีนมีสีอ่อนลงมากที่สุดและมีความกระด้างน้อยที่สุด วิธีการฟอก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและวิธีการฟอกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีและความกระด้าง ($p > .05$) นอกจากนี้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ วิธีฟอกและปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและวิธีฟอกไม่มีผลต่อความทนแรงดึงขาด การเปลี่ยนแปลงขนาด และน้ำหนักผ้า ($p > .05$)

ABSTRACT

The objective of this research was to determine and compare the physical characteristics of jeans fabric bleached by hydrogen peroxide, and hydrogen peroxide and pumice stone. The physical characteristics were color change, tensile strength, stiffness, dimensional change, and fabric weight. The factors of this experiment were hydrogen peroxide concentration; varied as 6%, 12% and 18% and 2 different bleaching methods; with or without pumice stone. Each treatment was repeated five times by using 3 x 2 factorial experimental design. The results showed that the concentration of hydrogen peroxide effected on the color change and stiffness ($p < .05$). Bleaching at 18% concentration made jeans fabric lost the most color and less stiffness. Bleaching methods and the interaction between concentrations and bleaching methods had no effect on the color change and stiffness ($p > .05$). Furthermore, the concentrations of hydrogen peroxide, bleaching methods, and the interaction between bleaching concentrations with bleaching methods had no effect on the tensile strength, dimensional change, and fabric weight ($p > .05$).

Key Words: jean fabric, hydrogen peroxide, pumice stone

[*]Corresponding author; e-mail address: **mono_bbgun@hotmail.com**

[1] ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ผ้ายีน (jean) คือ ผ้าฝ้าย 100% มีโครงสร้างการทอลายสองด้ายยืนหน้าเดียว ทอให้เกิดเส้นลอย 2 เส้น เส้นลอด 1 เส้นหรือแบบ 2/1 ทแยงซ้าย เส้นด้ายยืนเป็นสีน้ำเงินเข้มและเส้นด้ายพุ่งเป็นสีขาว ลักษณะผืนผ้าด้านถูกมีสีน้ำเงินเข้มและด้านผิดเป็นสีขาว (สนั่น และ มยุรี, 2553) ผ้ายีนเป็นผ้าที่มีความแข็งแรงและทนทานมาก จึงใช้ตัดเย็บกางเกงสำหรับคนงานเหมืองแร่ในประเทศสหรัฐอเมริกาและทวีปยุโรปมากว่า 60 ปี ต่อมาพบว่าเมื่อซักกางเกงยีนหลายครั้ง สีจะซีดจางลง ทำให้เป็นที่นิยมในกลุ่มวัยรุ่นมากขึ้น จึงมีการใช้เทคโนโลยีการฟอกผ้ายีน เพื่อให้มีลักษณะแตกต่างจากผ้ายีนแบบเดิมมาตั้งแต่ทศวรรษที่ 90 และเป็นผ้าที่ได้รับความนิยมแพร่หลายต่อมาในทุกยุคทุกสมัย

การฟอกผ้ายีนมีหลายวิธี ได้แก่ การฟอกด้วยสารเคมี เอนไซม์ โอโซน ทราย และหิน เป็นต้น การฟอกด้วยสารเคมีให้ผลที่ดี คือได้เฉดสีหลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภค สารเคมีที่ใช้ฟอกผ้ายีนคือ แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารที่นิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรมคือกลุ่มไฮโปคลอไรท์ และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เพราะเป็นสารออกซิไดส์รุนแรง ใช้ปริมาณน้อยและใช้อุณหภูมิในการฟอกต่ำ ทำให้ลดต้นทุนการผลิต สามารถฟอกผ้ายีนให้มีเฉดสีออกเหลืองได้ (New cloth market, n.d.) แต่เป็นกลุ่มที่ทำลายเส้นใยเซลลูโลส ทำให้ความแข็งแรงของผ้าลดลง เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานหากสัมผัสหรือสูดดมและก่อให้เกิดปัญหามลพิษ สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารที่ใช้ในกระบวนการฟอกขาววัสดุสิ่งทอและเป็นกลุ่มที่ไม่ทำลายเส้นใย แต่ไม่นิยมใช้มากนักเพราะไม่สามารถทำให้ผ้ายีนมีสีซีดจางหลายระดับได้ หรืออาจใช้ระยะเวลาฟอกนานจึงจะได้สีตามต้องการ

การฟอกผ้ายีนด้วยหิน (stone-washing) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมมาตั้งแต่ พ.ศ. 2543 หินที่ใช้ได้แก่ หินภูเขาไฟ (pumice stone) ผ้ายีนที่ฟอกด้วยหินภูเขาไฟจะมีสีอ่อนลง มีร่องรอยเหมือนผ่านการใช้งานมาแล้ว และมีความนุ่มมากขึ้น แต่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น อิตาลี ตุรกี ทำให้ค่าใช้จ่ายสูง ต่อมาจึงมีการใช้สารเคมีฟอกร่วมด้วยเพื่อลดปริมาณการใช้หิน

ดังนั้นการศึกษาการฟอกผ้ายีนด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพียงอย่างเดียว และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสี ความทนแรงดึงขาด ความกระด้าง การเปลี่ยนแปลงขนาด และน้ำหนักผ้าของผ้ายีน ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลและแนวทางการพัฒนาการฟอกยีนที่ไม่ทำลายเส้นใยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของผ้ายีนที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพียงอย่างเดียว และการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัสดุที่ใช้คือผ้ายีน เป็นผ้าฝ้าย 100% โครงสร้างการทอลายสองแบบ 2/1 ทแยงซ้าย ขนาดเส้นด้ายยืน 107 เท็กซ์ ขนาดเส้นด้ายพุ่ง 93 เท็กซ์ จำนวนเส้นด้าย 110 เส้นต่อตารางนิ้ว น้ำหนักผ้า 150.52 กรัมต่อตารางเมตร หินที่ใช้คือหินภูเขาไฟสีน้ำตาลอ่อน ขนาด 2-3 เซนติเมตร สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดผ้ายีนคือ โซเดียมเปอร์ซัลเฟต (sodium persulfate; $Na_2S_2O_8$) ยี่ห้อ PRS Panreac โซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดเม็ด (sodium hydroxide pellets; *NaOH*) ยี่ห้อ Gammaco เตตระโซเดียมไพโรฟอสเฟส (tetrasodium pyrophosphate;

$Na_4P_2O_7$) ยี่ห้อ Univar และสารช่วยเปียก (wetting agent) ของร้านเวิล์ดเคมี สารเคมีที่ใช้ฟอกผ้ายีนคือ อีดีทีเอ ไดโซเดียมซอลต์ (EDTA disodium salt) ยี่ห้อ CARLO ERBA (BN V3B556263B) โซเดียมซิลิเกต (sodium siligate; NA_2SiO_3) ยี่ห้อ Panreac (CE 215-687-4) โซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดเม็ด ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) ความเข้มข้น 30% ยี่ห้อ chem-supply (UN 2014) และสารช่วยเปียก

วิธีการ

การวิจัยนี้ใช้แผนการทดลอง 3 × 2 แฟคทอเรียล ที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (3 × 2 factorial experiment in completely randomized design) โดยมี 2 ปัจจัยคือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (3 ระดับ คือ 6% 12% และ 18%) และวิธีฟอก (2 วิธี คือ ใส่หินภูเขาไฟและไม่ใส่หินภูเขาไฟ) ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. **การทำความสะอาดผ้ายีน**

ตัดผ้ายีนขนาด 10 x 10 นิ้ว และชั่งน้ำหนัก เตรียมสารละลายโซเดียมเปอร์ซัลเฟต เตตระโซเดียมไพโรฟอสเฟส และสารช่วยเปียก อย่างละ 0.5 % ของน้ำหนักผ้า และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3.0 % ของน้ำหนักผ้า อัตราส่วนสารละลายต่อวัสดุ 20 : 1 ปรับอุณหภูมิสารละลายเป็น 40 องศาเซลเซียส ใส่ผ้ายีนในสารละลายแล้วซักด้วยเครื่องทดสอบการซัก ยี่ห้อ Atlas launder-o-meter รุ่น LEF ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ล้างผ้ายีนด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง pH 6-7 จำนวน 5 ครั้ง ตากผ้ายีนในแนวตั้ง ที่อุณหภูมิห้อง เวลา 24 ชั่วโมง

2. **การฟอกผ้ายีน**

เตรียมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จากความเข้มข้น 30% เป็นความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 6% 12% และ 18% เติมสารเคมี อีดีทีเอ ไดโซเดียมซอลต์และโซเดียมซิลิเกตอย่างละ 1 กรัมต่อลิตร โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ปรับ pH ของสารละลายเป็น 11-12) สารช่วยเปียก 1 กรัมต่อลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ตามลำดับ ใช้อัตราส่วนสารละลายต่อวัสดุ 30 : 1 ปรับอุณหภูมิสารละลายเป็น 70 องศาเซลเซียส ใส่ผ้ายีนในสารละลาย แล้วฟอกผ้ายีนด้วยเครื่องทดสอบการซักระยะเวลา 45 นาที ล้างผ้ายีนด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง pH 6-7 จำนวน 5 ครั้ง ตากผ้ายีนในแนวตั้งที่อุณหภูมิห้อง เวลา 24 ชั่วโมง รีดผ้ายีนให้เรียบด้วยเตารีดธรรมดา ปรับอุณหภูมิสำหรับรีดผ้าฝ้าย

3. **การทดสอบลักษณะทางกายภาพของผ้ายีน**

ทดสอบการเปลี่ยนแปลงสีตามมาตรฐาน AATCC evaluation procedure 1-2007 gray scale for color change ทดสอบความทนแรงดึงขาดตามมาตรฐาน ASTM D 5034: 2009 standard test method for breaking strength and elongation of textile fabrics (grab test) ทดสอบความกระด้างตามมาตรฐาน ASTM D 1388-64: 1965 standard test method for stiffness of fabrics ด้วยเครื่องทดสอบความกระด้าง (stiffness tester) ทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาดตามมาตรฐาน AATCC test method 187-2009 dimensional changes of fabrics: accelerated และทดสอบน้ำหนักผ้าตามมาตรฐาน ASTM D 3776-96 (reapproved 2002) standard test method for mass per unit area (weight) of fabric (option c)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของผ้ายีนโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทาง (two-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้ least significant difference (LSD)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงสี

ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงสีได้ผลดังแผนภูมิที่ 1

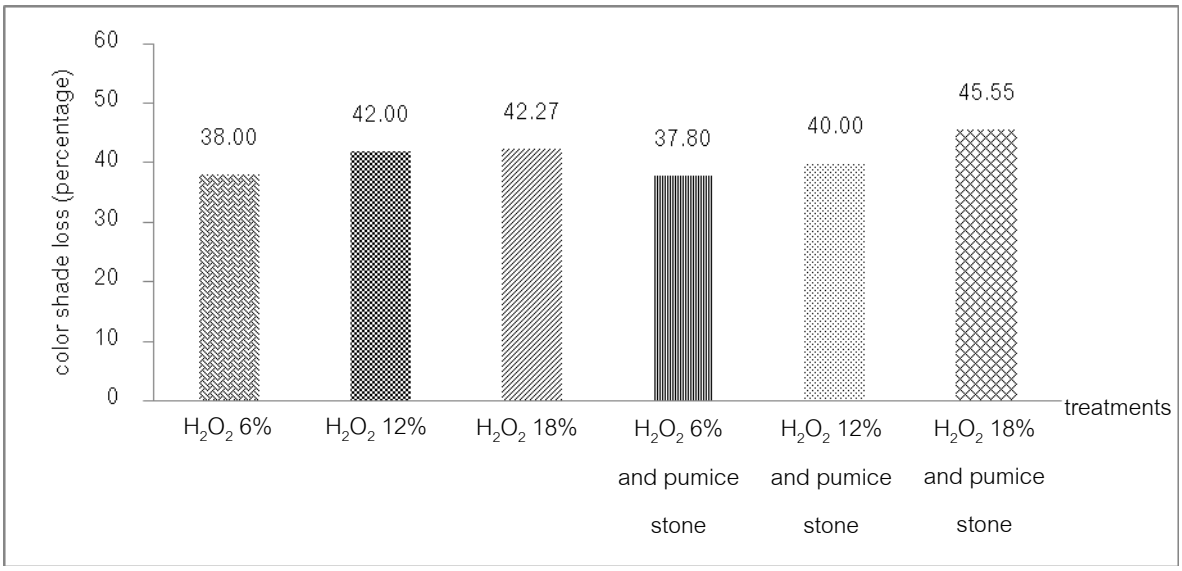


Chart 1 Mean of color shade loss of jeans fabric bleached by hydrogen peroxide, and hydrogen peroxide and pumice stone

จากแผนภูมิที่ 1 จะเห็นว่า ผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสีหรือผ้ายีนมีสีอ่อนลงร้อยละ 37.80 - 45.55 โดยผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 18% ร่วมกับหินภูเขาไฟ มีการเปลี่ยนแปลงสีมากที่สุด (ร้อยละ 45.55) หมายถึงฟอกได้สีอ่อนที่สุด รองลงมาคือ ผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 18% (ร้อยละ 42.27) และผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 12% (ร้อยละ 42.00) ตามลำดับ การฟอกผ้ายีนด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างกัน ทำให้ผ้ายีนมีสีอ่อนและสีเข้มแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย (ร้อยละ 37.80-45.55) ในขณะที่ Khan and Mondal (2013) ศึกษาการฟอกผ้าเดนิมด้วยสารโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) โดยใช้คลอรีน 35% ความเข้มข้น 5-15% ร่วมกับหินภูเขาไฟ พบว่าผ้าเดนิมมีสีอ่อนลงร้อยละ 10 - 70 ซึ่งทำให้ผ้ายีนมีสีอ่อนและสีเข้มแตกต่างกันหลายระดับมากกว่าการใช้สารกลุ่มไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี ($p < .05$) โดยการฟอกผ้ายีนด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 18% มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสีมากกว่าความเข้มข้น 12% และ 6% และความเข้มข้น 12% มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสีมากกว่าความเข้มข้น 6% ($p < .05$) ส่วนวิธีฟอก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับวิธีฟอก ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี ($p > .05$)

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้สารฟอกความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพการฟอกเพิ่มขึ้น กล่าวคือผ้ายีนมีสีอ่อนลงมากขึ้น สอดคล้องกับที่ Baipai (2012) กล่าวว่าการใช้สารฟอกที่มีความเข้มข้นมากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการฟอกเพิ่มขึ้น โดยวัสดุจะมีความขาวมากขึ้น และผลการวิจัยของ Khan and Mondal (2013) ที่ฟอกยีนโดยใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) พบว่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ผ้าเดนิมที่ได้จะมีสีอ่อนลง

ความทนแรงดึงขาด

ผลการทดสอบความทนแรงดึงขาดได้ผลดังแผนภูมิที่ 2

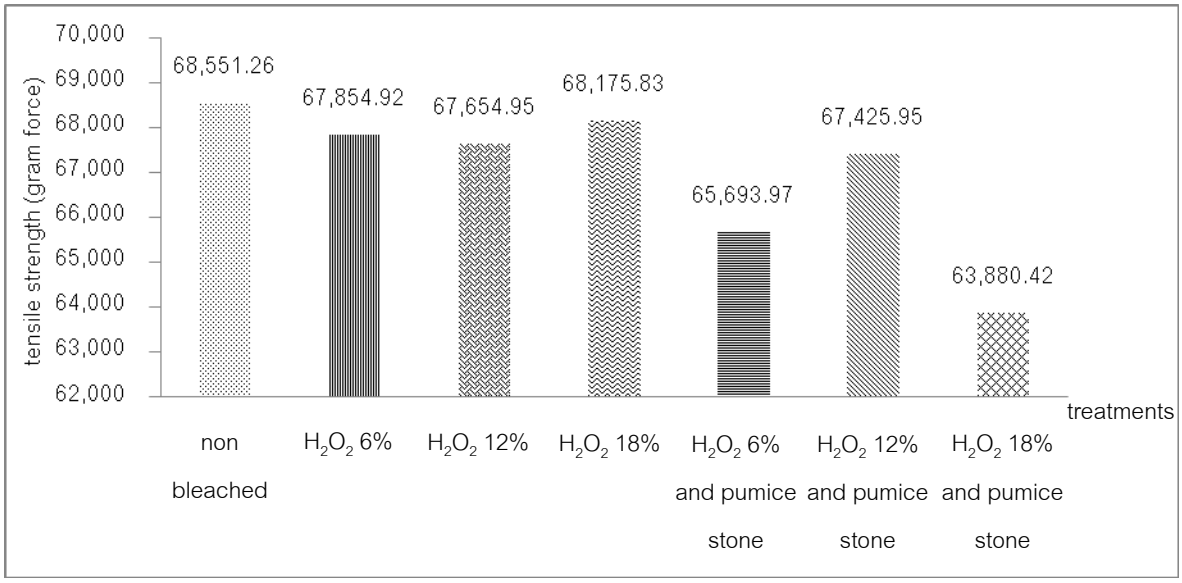


Chart 2 Mean of tensile strength of jeans fabric bleached by hydrogen peroxide, and hydrogen peroxide and pumice stone

จากแผนภูมิที่ 2 จะเห็นว่าผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงขาดอยู่ระหว่าง 63,880.42 ถึง 68,175.83 กรัมแรง ผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงขาด มากกว่าผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟทุกระดับความเข้มข้นเล็กน้อย โดยผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 18% มีความทนแรงดึงขาดมากที่สุด (68,175.83 กรัมแรง) รองลงมาคือ ผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 6% (67,854.92 กรัมแรง) และผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 12% (67,654.95 กรัมแรง) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผ้ายีนไม่ฟอก พบว่าการฟอกผ้ายีนทำให้ผ้ายีนมีความทนแรงดึงขาดลดลงเล็กน้อย

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ วิธีฟอก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับวิธีฟอก ไม่มีผลต่อความทนแรงดึงขาด ($p > .05$) ทั้งนี้ เกษม (2537) กล่าวว่า ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารเคมีที่สามารถฟอกเส้นใยได้ทุกชนิด ไม่ทำอันตรายแก่เส้นใยและไม่มีสารตกค้างหลังการฟอก ดังนั้น การฟอกยีนด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จึงไม่ทำให้ความแข็งแรงของผ้ายีนลดลง ในขณะที่ Khan and Mondal (2013) และ Khali (2015) ศึกษาการฟอกยีนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต พบว่าการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ผ้ายีนจะมีความแข็งแรงลดลง ทั้งนี้เพราะสารทั้ง 2 ชนิด เป็นสารฟอกที่มีประสิทธิภาพในการฟอกสูง จะทำลายเส้นใย ส่งผลให้ความแข็งแรงของผ้ายีนลดลง

ความกระด้าง

ผลการทดสอบความกระด้างของผ้ายีนได้ผลดังแผนภูมิที่ 3

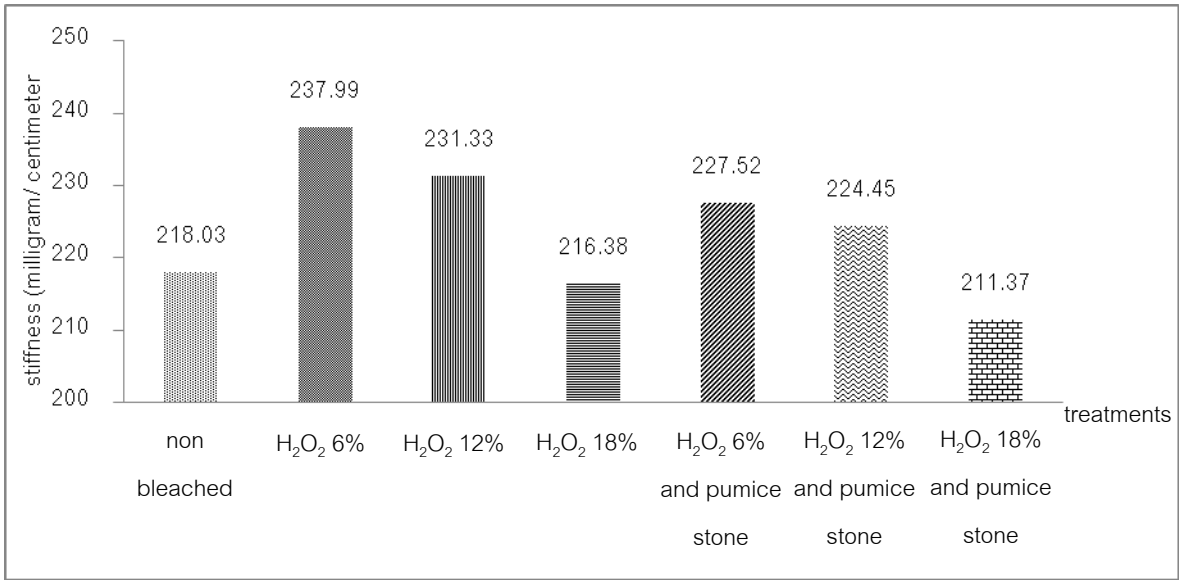


Chart 3 Mean of stiffness of jeans fabric bleached by hydrogen peroxide, and hydrogen peroxide and pumice stone

จากแผนภูมิที่ 3 จะเห็นว่าผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ มีความกระด้างอยู่ในช่วง 211.37 ถึง 237.99 มิลลิกรัมต่อเซนติเมตร ทั้งนี้จะเห็นว่าการฟอกด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 6% และ 12% ทำให้ความกระด้างเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผ้ายีนที่ไม่ฟอก แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 18% ความกระด้างน้อยกว่าผ้ายีนไม่ฟอก

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อความกระด้าง ($p < .05$) โดยการฟอกด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 18% มีค่าเฉลี่ยความกระด้างน้อยกว่า 6% และ 12% ตามลำดับ ($p < .05$) ดังนั้น ถ้าต้องการฟอกผ้ายีนให้มีความกระด้างลดลงจึงควรใช้ความเข้มข้น 18% ทั้งนี้เพราะการใช้สารฟอกขาวที่มีความเข้มข้นมากขึ้น อาจทำให้เส้นใยคลายตัวและอ่อนนุ่มมากขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Khan and Mondal (2013) ที่พบว่าการฟอกผ้ายีนโดยใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ผ้าเดนิมจะมีความกระด้างลดลง และผลการวิจัยของ Haq, Khan and Khan (2015) ที่พบว่าการฟอกผ้ายีนโดยใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ผ้ายีนจะมีความกระด้างลดลง ส่วนวิธีฟอกและปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับวิธีฟอก ไม่มีผลต่อความกระด้างของผ้ายีน ($p > .05$)

การเปลี่ยนแปลงขนาด

ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาดได้ผลดังแผนภูมิที่ 4

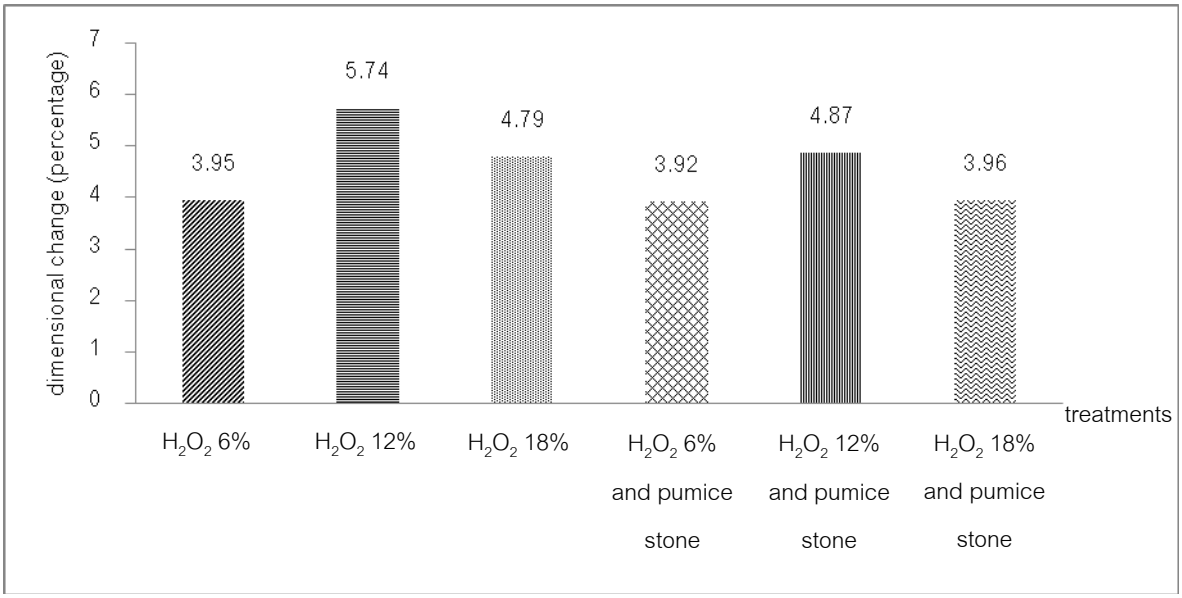


Chart 4 Mean of dimensional change of jeans fabric bleached by hydrogen peroxide, and hydrogen peroxide and pumice stone

จากแผนภูมิที่ 4 จะเห็นว่าผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ มีค่าเฉลี่ยการหดตัวระหว่างร้อยละ 3.92 ถึง 5.74 โดยผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 12% มีการหดตัวมากที่สุด (ร้อยละ 5.74) รองลงมาคือ ผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 12% ร่วมกับหินภูเขาไฟ (ร้อยละ 4.87) และผ้ายีนที่ฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 18% (ร้อยละ 4.79) ตามลำดับ ทั้งนี้ผ้ายีนทำจากฝ้าย 100% ซึ่งเป็นใยเซลลูโลสประกอบด้วยโมเลกุลที่เรียงขนานกันอย่างเป็นระเบียบ (crystalline) และส่วนที่ไม่เป็นระเบียบ (amorphous) โดยส่วนที่ไม่เป็นระเบียบ จะเลื่อนไถลและหดตัวได้เมื่อเปียกชื้น โดยเฉพาะผ้าฝ้ายจะหดตัวเมื่อผ่านการซักครั้งแรก เมื่อซักบ่อย ๆ จะย้วยและหด ยืด ไม่อยู่ทรงและยับง่าย (นวลแข, 2542) ทั้งนี้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ วิธีฟอก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับวิธีฟอก ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของผ้ายีน ($p > .05$)

น้ำหนักผ้า

ผลการทดสอบน้ำหนักผ้าได้ผลดังแผนภูมิที่ 5

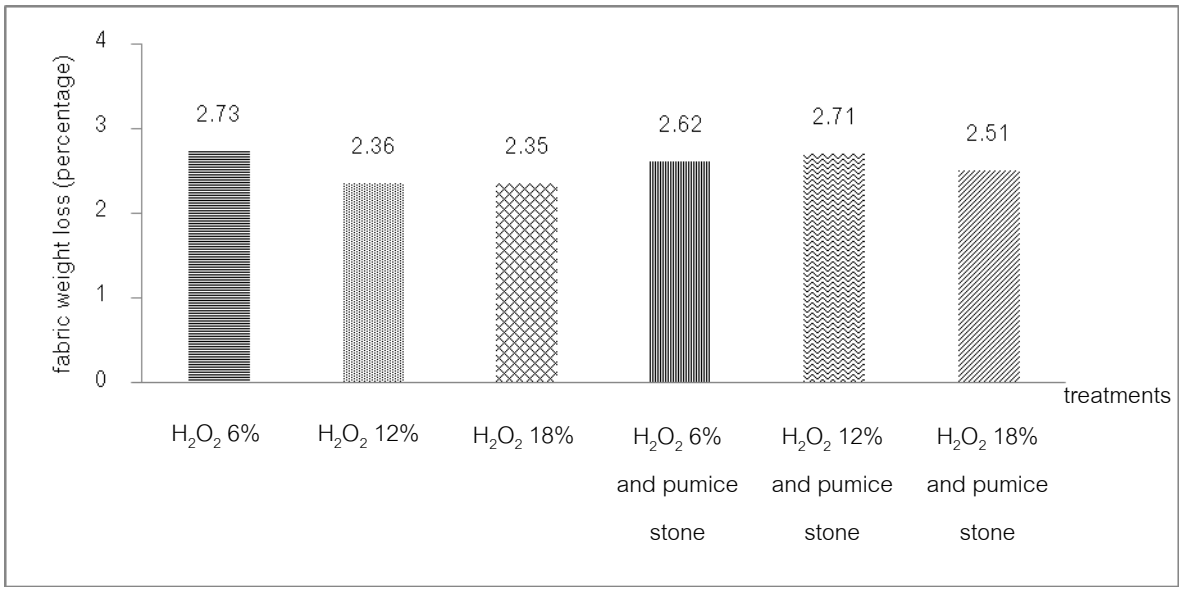


Chart 5 Mean of fabric weight loss of jeans fabric bleached by hydrogen peroxide, and hydrogen peroxide and pumice stone

จากแผนภูมิที่ 5 จะเห็นว่าผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักผ้าลดลงเล็กน้อยและใกล้เคียงกันคือระหว่างร้อยละ 2.35 ถึง 2.73 ผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 6% มีน้ำหนักผ้าลดลงมากที่สุด (ร้อยละ 2.73) รองลงมาคือ ผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 12% ร่วมกับหินภูเขาไฟ (ร้อยละ 2.71) และผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 6% ร่วมกับหินภูเขาไฟ (ร้อยละ 2.62) ตามลำดับ ทั้งนี้น้ำหนักของผ้ายีนที่ลดลงอาจเป็นแป้งบนผืนผ้าที่หลุดออกระหว่างการฟอก โดยเส้นใยไม่ได้ถูกทำลายโดยสารฟอกขาวและหินภูเขาไฟ และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ วิธีฟอก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับวิธีฟอก ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาด ($p > .05$)

สรุป

การฟอกผ้ายีนด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ ได้ลักษณะทางกายภาพของผ้ายีนดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสี พบว่าผ้ายีนมีสีอ่อนลงร้อยละ 37.80 ถึง 45.55 และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี ($p < .05$) โดยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 18% ทำให้ผ้ายีนมีสีอ่อนลงมากที่สุด

2. ความทนแรงดึงขาด พบว่าผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ มีค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงขาดลดลงอยู่ระหว่าง 63,880.42 ถึง 68,175.83 กรัมแรง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ วิธีฟอกและปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับวิธีการฟอก ไม่มีผลต่อความทนแรงดึงขาดของผ้ายีน ($p > .05$)

3. ความกระด้าง พบว่าผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ มีค่าเฉลี่ยความกระด้างอยู่ในช่วง 211.37 ถึง 237.99 มิลลิกรัมต่อเซนติเมตร จะเห็นว่าการฟอกด้วยความเข้มข้น 6% และ 12% ทำให้ความกระด้างเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผ้ายีนที่ไม่ฟอก เมื่อเพิ่มความเข้มข้น

เป็น 18% ความกระด้างน้อยกว่าผ้ายีนที่ไม่ฟอก ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อความกระด้าง ($p < .05$) ส่วนวิธีฟอกและปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับวิธีฟอก ไม่มีผลต่อความกระด้างของผ้า ($p > .05$)

4. การเปลี่ยนแปลงขนาดและน้ำหนักผ้า พบว่าผ้ายีนฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ มีค่าเฉลี่ยการหดตัวร้อยละ 3.92 ถึง 5.74 และมีน้ำหนักลดลงร้อยละ 2.35 ถึง 2.73 โดยความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ วิธีฟอก และปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและวิธีฟอกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดและน้ำหนักผ้า ($p > .05$)

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าหากต้องการฟอกผ้ายีนด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ควรใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 18% เพราะจะทำให้ได้ผ้ายีนที่มีสีอ่อนที่สุดและมีความกระด้างลดลงมากที่สุด หมายถึง ผ้ายีนมีความอ่อนนุ่มขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ โดยการฟอกผ้ายีนด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับหินภูเขาไฟ ไม่ทำให้ลักษณะทางกายภาพของผ้ายีนแตกต่างกับการฟอกที่ไม่ได้ใช้หินภูเขาไฟ

เอกสารอ้างอิง

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2537. **การควบคุมคุณภาพงานเตรียมสิ่งทอเพื่อการย้อม พิมพ์**. ประชาชน, กรุงเทพฯ.

นวลแข ปาลิวนิช. 2542. **ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย**. ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

สนั่น บุญลา และ มยุรี คำสะอาด. 2553. **ความรู้เรื่องผ้าทอ**. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, กรุงเทพ

Baipai, p. 2012. **Environmentally Benign Approaches for Pulp Bleaching (Second Edition): Hydrogen Peroxide Bleaching.** Available Source: http://www.sciencedirect.com/science/book/9780444594211, November 7, 2016.

Haq, U.N., Khan, M. M. R. and Khan Md. M. R. 2015. Investigation of the bulk, surface and transfer properties of chlorine bleached denim apparel at different condition. **European Scientific Journal** 11: 213-227

Khalil, E. 2015. Effect of processing time and concentration of potassium permanganate on physico-mechanical properties of denim jeans during stone washing. **Science Innovation** 3: 68-71

Khan, Md. M. R. and Mondal, Md. I. H. 2013. Physico-mechanical properties of finished denim garment by stone-bleach treatment. **Journal of Chemical Engineering** 28: 36-40

New Cloth Market. n.d. **An overview of different processes of jeans bleaching.** Available Source: https://www.scribd.com/document/307212168/An-Overview-of-Different-Processes-of-Jeans-Bleaching, November 9, 2016.

ผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อลักษณะทางกายภาพและสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไร่

Effect of Soil Amendment by Organic Fertilizer on Physical Properties and Antioxidant Activity in Upland Rice

เสาวภา สิทธิโชคธรรม[1] ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร[1*] พรรณธิภา ณ เชียงใหม่[2] ปราโมทย์ แพงคำ[3]
มานะ กาญจนมณีเสถียร[2] เสาวภา เขียนงาม[2] ฌานิกา จันทสระ[2] ยุภา ปู่แตงอ่อน[2]
อำพร แจ่มผล[1] พรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ[1] และ กานต์สุดา วันจันทึก[1]
Saowapa Sittichoktham[1], Taweesak Techakriengkrai[1*], Pantipa Na Chiangmai[2], Pramote Paengkoum[3],
Mana Kanjanamaneesathian[2], Saowapar Khianngam[2], Chanika Chanthasa[2], Yupa Pootaeng-on[2]
Amporn Jamphol[1], Porntip Pasukamonset[1] and Kansuda Wunjuntuk[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อลักษณะทางกายภาพ ปริมาณและฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไร่ 5 พันธุ์ (บือเกะ กิพู นาสาร ในหลวง และว้องลาย) ที่ปลูกในแปลงของเกษตรกรชาวปกาเกอะญอ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติด้วยวิธี T-test พบว่าการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อการเพิ่มของน้ำหนักเมล็ด ความกว้าง ความยาว ความหนา ของเมล็ดข้าวไร่บางพันธุ์ และพบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมล็ด (อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง) แตกต่างกันในพันธุ์ต่างๆ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้การบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ยังมีผลต่อการเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอล และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวไร่พันธุ์ว้องลาย ($p \leq 0.05$)

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the effect of soil amendment with organic fertilizer (OF) on both physical and chemical properties of the seeds obtained from five upland rice varieties *(Bue Ge*, *Gi Poo*, *Nah San*, *Nai Luang* and *Wong Lai*). These upland rice varieties were planted in ethnic minority (Pa-gha-ker-yor) farmer's field at Hua-Hin Prachuap Khiri Khan province. The results were statistically analysed by T-test method. Results showed the soil amendment with OF had significant ($p \leq 0.05$) effects on increasing of grain weight, width, length and thickness of the seeds in some upland rice varieties. It was noticed that the effect on changing the grain shape (length per width ratio) was observed differently in each rice variety. Moreover, treating soil amendment with OF led to the increase in both total phenolic content and antioxidant activity in the seeds of *Wong Lai* ($p \leq 0.05$).

Key Words: Upland rice, Physical properties, Antioxidant activity, Organic fertilizer

*Corresponding author; e-mail: fagrtst@ku.ac.th

[1] ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี เพชรบุรี 76120
[2] Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi 76120
[3] สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
[3] Institute of Agriculture Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

คำนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารที่คนบริโภคมาเป็นเวลานาน สามารถเพาะปลูกได้ทุกภูมิภาคของประเทศไทย สามารถปลูกได้ทั้งในพื้นที่ราบลุ่ม เช่น ข้าวนาสวน และพื้นที่สูง เช่น ข้าวไร่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในพื้นที่ดอนตามไหล่เขา ที่ราบเชิงเขา จะอาศัยแหล่งน้ำจากน้ำฝนและน้ำค้างเป็นหลัก (อรอนงค์, 2556) จึงเป็นข้าวที่ใช้น้ำในการเจริญเติบโตน้อยสอดคล้องกับสภาพอากาศในปัจจุบัน มีแหล่งอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโตมาจากสารอาหารที่ดูดซึมจากดิน ไม่มีการเติมปุ๋ยเพื่อการบำรุงดิน ทำให้ข้าวที่ได้มีผลผลิตต่ำ แต่อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีความหลากหลายทางด้านพันธุกรรม (ฉวีวรรณ, 2543) ข้าวบางพันธุ์มีความสามารถในการปรับตัวเพื่อทนต่อสภาพแวดล้อม และตอบสนองต่อสภาวะในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ ปริมาณผลผลิต และคุณค่าทางโภชนาการของข้าว แต่โดยทั่วไปข้าวจัดเป็นแหล่งของสารอาหาร และมีองค์ประกอบทางเคมีที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุต่างๆ และสารพฤกษเคมี เช่น สารประกอบฟีนอล วิตามินอี และสารแกมมา-ออริซานอล เป็นต้น ซึ่งสารประกอบฟีนอลจะช่วยลดระดับแอลดีแอลคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์จึงสามารถป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงในหลอดเลือดสมอง ช่วยลดความดันโลหิตโดยสารประกอบฟีนอลจะช่วยยับยั้งการหลั่ง angiotensin converting enzyme ที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดความดันโลหิตสูง สามารถช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสที่จะไปเร่งการย่อยแป้งไปเป็นน้ำตาลจึงช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ ส่วนสารแกมมา-ออริซานอลช่วยลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลของร่างกายและยังทำหน้าที่เป็นสารกันหืนจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ (อนุชิตา, 2555) ซึ่งสารเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีสมบัติในการต่อต้านหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ป้องกันไม่ให้อนุมูลอิสระไปทำลายเซลล์ในร่างกาย มีผลทำให้เกิดโรคต่างๆ ทั้งนี้สารต้านอนุมูลอิสระมีส่วนสำคัญต่อสุขภาพช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็ง ช่วยเพิ่มภูมิต้านทานโรคและยังช่วยชะลอความแก่ชรา เป็นต้น แต่ก็มีสารบางตัวที่มีคุณสมบัติยับยั้งการดูดซึม ได้แก่ กรดไฟติก และแทนนิน (Prasad, 1983) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อลักษณะทางกายภาพ ปริมาณกรดไฟติก สารประกอบฟีนอล และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวไร่เทียบกับข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่ได้รับการบำรุงดิน เพื่อสำหรับเป็นข้อมูลในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ที่มีคุณภาพ เหมาะสมต่อการบริโภค มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค และถือเป็นการอนุรักษ์พันธุกรรมข้าวพื้นเมือง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมข้าวไร่

ข้าวไร่จำนวน 5 พันธุ์ [ข้าวกล้องขาว ได้แก่ พันธุ์บือเกะ (*Beu Ge*), กิพู (*Gi Poo*), นาสาร (*Nah San*) และว้องลาย (*Wong Lai*) และข้าวกล้องสี ได้แก่ พันธุ์ในหลวง (*Nai Luang*)] จากการทดลองปลูกในพื้นที่ที่ไม่ได้บำรุงดิน (Control) และพื้นที่บำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizer, OF) โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองทำการหมักจากฟางข้าว และดินขุยไผ่ที่ได้จากพื้นที่ของเกษตรกร แล้วทำการเพาะปลูกข้าวไร่ในพื้นที่การเกษตรของเกษตรกรชาวปกาเกอะญอ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และนำข้าวไร่แกะเปลือกออกด้วยมีดแกะสลัก เก็บตัวอย่างข้าวกล้องในถุงอะลูมิเนียมฟลอยด์แบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวไร่

น้ำหนักเมล็ด (Grain weight)

ข้าวกล้อง 100 เมล็ด ชั่งน้ำหนักข้าวด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

ขนาดเมล็ด (Grain dimension)

ข้าวกล้อง 100 เมล็ด ทำการวัดความกว้าง ความยาว และความหนาของข้าวกล้องแต่ละเมล็ด ด้วยดิจิตอลเวอร์เนียคาลิปเปอร์ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์การจำแนกของ International Rice Research Institute (2002)

รูปร่างเมล็ด (Grain shape)

คำนวณหาอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของเมล็ดข้าว แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การจำแนกของ International Rice Research Institute (2002)

ศึกษาผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณกรดไฟติก (Phytic acid) สารประกอบฟีนอล (Total phenolic content) และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) ในข้าวไร่

ศึกษาผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณกรดไฟติกในข้าวไร่ โดยนำข้าวกล้องของข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินและบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์มาบดละเอียดร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 250 ไมครอน วิเคราะห์หาปริมาณกรดไฟติก ตามวิธีการของ Gao *et al*. (2007) เทียบกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฟเตต โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ศึกษาผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอล และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวไร่ โดยนำข้าวกล้องของข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินและบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์มาบดละเอียดร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 250 ไมครอน ทำการสกัดตัวอย่างตามวิธีการของ chalermchaiwat *et al*. (2015) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วนำสารสกัดไปวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอล ตามวิธีการของ chalermchaiwat *et al*. (2015) วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl radical scavenging activity assay, DPPH) ดัดแปลงวิธีการจาก Zigoneanu *et al*. (2008) และวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Ferric reducing antioxidant power assay, FRAP) ตามวิธีการของ Chalermchaiwat *et al*. (2015)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลสองกลุ่มเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Independent sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการทดลองและวิจารณ์

ศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวไร่

จากการทดลองหาน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ดของข้าวไร่ทั้ง 5 พันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่มีการบำรุงดินและบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ดอยู่ในช่วง 0.0180-0.0304 กรัม ซึ่งข้าวไร่พันธุ์บือเกะที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ดสูงสุด คือ 0.0304±0.0025 กรัม ข้าวไร่พันธุ์กิพูที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ดต่ำสุด คือ 0.0175±0.0015 กรัม และจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในข้าวไร่พันธุ์เดียวกัน แต่ได้รับการบำรุงดินต่างกัน พบว่า ข้าวไร่พันธุ์นาสาร และว้องลายมีน้ำหนักเฉลี่ย

ต่อเมล็ดไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ (p>0.05) ส่วนข้าวไร่พันธุ์บือเกะ กิพู และในหลวงมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) โดยพบว่าการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์มีผลทำให้ข้าวไร่พันธุ์กิพู และในหลวงมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ดเพิ่มขึ้น แต่ข้าวไร่พันธุ์บือเกะมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ดลดลง ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ดจากการได้รับการบำรุงดินในข้าวไร่ อาจเป็นผลจากพันธุกรรมของข้าว เนื่องจากน้ำหนักเมล็ดจะถูกควบคุมโดยพันธุกรรมข้าวเป็นส่วนใหญ่ และน้ำหนักเมล็ดจะแปรไปตามขนาด และความชื้นของเมล็ด (กิตติศักดิ์, 2552)

Table 1 Grain Weight of upland rice varieties (moisture 12 %) as affected by treatments (control or organic fertilizer).

Varieties	Weight per seed (g)		Weight 100 seed (g)	
	Control	Organic	Control	Organic
Beu Ge	0.0304±0.0025*	0.0296±0.0030	3.0418	2.9627
Gi Poo	0.0175±0.0015	0.0184±0.0014*	1.7539	1.8418
Nah San	0.0213±0.0014ns	0.0212±0.0013ns	2.1347	2.1221
Nai Luang	0.0180±0.0015	0.0204±0.0018*	1.8020	2.0414
Wong Lai	0.0203±0.0009ns	0.0203±0.0011ns	2.0308	2.0345

* Means within the same row of rice varieties are significantly different (p≤0.05)

ns Means within the same row of rice varieties are not significantly different (p>0.05)

จากการเปรียบเทียบความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดข้าวไร่แต่ละพันธุ์ที่ได้รับการบำรุงดินต่างกัน ดังแสดงใน Table 2 ข้าวไร่พันธุ์กิพู และนาสาร ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินมีความกว้างของเมล็ดไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ (p>0.05) เมื่อเทียบกับที่ปลูกในพื้นที่ที่บำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ แต่ข้าวไร่พันธุ์บือเกะ ในหลวง และว้องลาย มีความกว้างของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) เมื่อได้รับการบำรุงดินแตกต่างกัน

Table 2 Width length and thickness of upland rice varieties as affected by treatments (control or organic fertilizer).

Varieties	Width (mm)		Length (mm)		Thickness (mm)	
	Control	Organic	Control	Organic	Control	Organic
Beu Ge	2.76±0.08*	2.72±0.12	7.80±0.36ns	7.83±0.38ns	1.97±0.07ns	1.97±0.07ns
Gi Poo	1.98±0.08ns	1.96±0.06ns	7.34±0.27	7.56±0.23*	1.66±0.07	1.69±0.04*
Nah San	2.07±0.07ns	2.07±0.07ns	7.63±0.28ns	7.64±0.24ns	1.80±0.05ns	1.78±0.05ns
Nai Luang	1.92±0.08	2.03±0.07*	7.54±0.25	7.74±0.32*	1.68±0.08	1.78±0.04*
Wong Lai	2.55±0.07	2.58±0.07*	6.29±0.16ns	6.26±0.18ns	1.79±0.06ns	1.78±0.06ns

* Means of the same parameter within row are significantly different (p≤0.05)

ns Means of the same parameter within row are not significantly different (p>0.05)

ส่วนความยาวและความหนาของเมล็ดข้าว พบว่า ข้าวไร่พันธุ์บือเกะ นาสาร และว้องลาย ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินมีความยาวและความหนาของเมล็ดไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับเมล็ดที่ปลูกในพื้นที่ที่บำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ แต่ข้าวไร่พันธุ์กิพู และในหลวง เมื่อได้รับการบำรุงดินจะมีผลทำให้ความยาวและความหนาของเมล็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) นอกจากนี้เมื่อทำการประเมินขนาดจากความยาวเมล็ด ข้าวไร่พันธุ์บือเกะ นาสาร และในหลวงที่ปลูกในพื้นที่ที่บำรุงดินมีขนาดของความยาวเหมือนกับเมล็ดที่ไม่ได้บำรุงดิน และมีขนาดของความยาวเมล็ดเหมือนกัน คือ เมล็ดมีขนาดยาวมาก (ความยาวมากกว่า 7.50 มิลลิเมตร) ยกเว้น ข้าวไร่พันธุ์กิพูที่มีขนาดของความยาวแตกต่างกันเมื่อได้รับทรีทเมนต์ กล่าวคือ เมล็ดข้าวที่ได้จากการปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินเป็นเมล็ดขนาดยาว (ความยาว 6.60-7.50 มิลลิเมตร) แต่เมื่อได้รับการบำรุงดินเมล็ดข้าวที่ได้อยู่ในช่วงของขนาดยาวมาก ซึ่งสัมพันธ์กับน้ำหนักต่อเมล็ดที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการบำรุงดิน ส่วนขนาดของเมล็ดข้าวไร่พันธุ์ว้องลายเมื่อได้รับทรีทเมนต์แตกต่างกัน แต่ยังมีความยาวเมล็ดอยู่ในช่วงขนาดปานกลาง (ความยาว 5.51-6.60 มิลลิเมตร) เหมือนกัน

จากผลการทดลองหาความกว้าง และความยาวของเมล็ดข้าวไร่ สามารถนำมาหาอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้าง เพื่อศึกษาความแตกต่างของรูปร่างของเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์เมื่อได้รับการบำรุงดิน ดังแสดงใน Table 3 พบว่า ข้าวไร่พันธุ์บือเกะ และนาสาร มีอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่ข้าวไร่พันธุ์กิพู ในหลวง และว้องลาย มีอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) แต่อย่างไรก็ตามอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างของข้าวไร่พันธุ์เดียวกันที่ได้การบำรุงดินต่างกัน มีรูปร่างของเมล็ดเหมือนกัน กล่าวคือ ข้าวไร่พันธุ์บือเกะ และว้องลาย มีรูปร่างเมล็ดปานกลาง (Medium) ส่วนข้าวไร่พันธุ์กิพู นาสาร และในหลวง มีรูปร่างเมล็ดเรียวยาว (Slender)

Table 3 Grain shape of upland rice varieties as affected by treatments (control or organic fertilizer).

Varieties	Length/Width Ratio		Grain Shape	
	Control	Organic	Control	Organic
Beu Ge	2.83±0.14^{ns}	2.88±0.17^{ns}	Medium	Medium
Gi Poo	3.71±0.16	3.86±0.14*	Slender	Slender
Nah San	3.69±0.18^{ns}	3.69±0.17^{ns}	Slender	Slender
Nai Luang	3.93±0.18*	3.81±0.17	Slender	Slender
Wong Lai	2.47±0.09*	2.43±0.11	Medium	Medium

* Means within the same row of rice varieties are significantly different ($p\leq0.05$)

^{ns} Means within the same row of rice varieties are not significantly different ($p>0.05$)

จากผลการทดลองลักษณะทางกายภาพของข้าวไร่ 5 พันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินและบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ มีลักษณะที่หลากหลายและมีลักษณะที่แตกต่างกัน เนื่องจากลักษณะดังกล่าว จะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง และความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของข้าวแต่ละพันธุ์ (นันทิยา และ วิจิตรา, 2554) นอกจากนี้ชนิดของดิน การใส่ปุ๋ย หรือสภาพภูมิอากาศ ยังเป็นปัจจัยที่มีส่วนทำให้

เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของข้าวแต่ละพันธุ์ที่แตกต่างกันอีกด้วย (กิตติศักดิ์, 2552) ซึ่งลักษณะทางกายภาพจะชี้ให้เห็นถึงลักษณะเด่นของข้าวแต่ละพันธุ์ จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีคุณภาพ เพื่อใช้เพาะปลูกในครั้งต่อไปได้

ผลการศึกษาผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณกรดไฟติก (Phytic acid) สารประกอบฟีนอล (Total phenolic content) และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) ในข้าวไร่

ผลการศึกษาผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณกรดไฟติกในข้าวไร่ โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินและบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ด้วยวิธี Independent sample T-test พบว่า ข้าวไร่พันธุ์เดียวกันเมื่อได้รับการบำรุงดินต่างกัน มีปริมาณกรดไฟติกไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Comparison of phytic acid total phenolic content and antioxidant activity of upland rice varieties as affected by treatments (control or organic fertilizer).

Varieties	Treatment	Phytic acid (mg/g)	Total phenolic content (mg GAE/g)	Antioxidant activity	
				DPPH (mg TE/g)	FRAP (mg $FeSO_4$/g)
Beu Ge	Control	12.75±0.78^{ns}	0.59±0.02^{ns}	0.50±0.01	1.19±0.02
	Organic	11.74±0.09^{ns}	0.59±0.02^{ns}	0.57±0.00*	1.36±0.03*
Gi Poo	Control	11.71±0.47^{ns}	0.75±0.05^{ns}	0.71±0.02	1.79±0.02
	Organic	12.54±0.29^{ns}	0.78±0.04^{ns}	0.76±0.01*	1.98±0.02*
Nah San	Control	10.64±0.71^{ns}	0.67±0.01^{ns}	0.60±0.00^{ns}	1.82±0.02^{ns}
	Organic	9.54±0.36^{ns}	0.66±0.03^{ns}	0.59±0.01^{ns}	1.72±0.08^{ns}
Nai Luang	Control	11.44±0.73^{ns}	1.71±0.01^{ns}	8.63±0.11^{ns}	12.01±0.13^{ns}
	Organic	10.70±0.58^{ns}	1.70±0.01^{ns}	8.38±0.23^{ns}	11.93±0.18^{ns}
Wong Lai	Control	10.08±0.28^{ns}	0.41±0.01	0.41±0.00	1.03±0.02
	Organic	9.13±0.17^{ns}	0.50±0.02*	0.42±0.00*	1.12±0.01*

* Means of the same parameter within the same rice varieties are significantly different ($p\leq0.05$)

^{ns} Means of the same parameter within the same rice varieties are not significantly different ($p>0.05$)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอล โดยเทียบกับสารมาตรฐานแกลลิก ดังแสดงใน Table 4 พบว่า ในข้าวไร่ทุกพันธุ์ เมื่อทำการเปรียบเทียบข้าวไร่พันธุ์เดียวกัน แต่ได้รับทรีทเมนต์ต่างกัน จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ ยกเว้น ข้าวไร่พันธุ์ว้องลายที่มีสารประกอบฟีนอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลต่ำสุด คือ 0.41 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง ส่วนข้าวไร่พันธุ์ในหลวงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูดสุด คือ 8.63 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ

กรัมตัวอย่าง เนื่องจากข้าวไร่พันธุ์ในหลวงเป็นข้าวมีสี มีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเป็นสีแดง นอกเหนือจากกรดฟีนอลิกแล้วอาจมีรงควัตถุอื่นปนอยู่ เช่น แอนโธไซยานินส์ที่โดยส่วนมากจะพบในชั้นรำของธัญพืชที่มีสี ดังนั้นข้าวไร่พันธุ์ในหลวงจึงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่าข้าวไร่พันธุ์อื่นที่เป็นข้าวขาว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Moongngarm *et al*. (2012) ที่ทำการทดลองหาปริมาณสารประกอบฟีนอลในแต่ละส่วน (rice bran layer, rice bran และ germ) ของข้าวมีสี และข้าวขาว ซึ่งพบว่า rice bran layer ของข้าวมีสี มีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่าข้าวขาว ทั้งนี้มีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอล เช่น สายพันธุ์ และการเก็บรักษา เป็นต้น (อนุชิตา, 2555)

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH แล้วทำการเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานโทรลอกซ์ ผลที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี FRAP โดยใช้เฟอร์รัสซัลเฟสเป็นสารมาตรฐาน ดังแสดงใน Table 4 พบว่า ข้าวไร่พันธุ์นาสาร และในหลวงที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญกับข้าวไร่ที่ได้รับการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ แต่ข้าวไร่พันธุ์บือเกะ กิพู และว้องลาย ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่บำรุงดินมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับข้าวไร่ที่ได้รับการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งนี้พบว่า ข้าวไร่พันธุ์ว้องลายมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP ต่ำสุด คือ 0.41 มิลลิกรัมสมมูลโทรลอกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง และ 1.03 มิลลิกรัมเฟอร์รัสซัลเฟตต่อกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ ส่วนข้าวไร่พันธุ์ในหลวงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP สูงสุด คือ 8.63 มิลลิกรัมสมมูลโทรลอกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง และ 12.01 มิลลิกรัมเฟอร์รัสซัลเฟตต่อกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นชี้ให้เห็นว่า เมล็ดของพันธุ์ข้าวไร่ที่มีสีจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่าพันธุ์ข้าวไร่ที่เป็นข้าวขาว และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจะแปรผันตรงกับปริมาณสารประกอบฟีนอล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาทิตย์ และคณะ (2551) ที่พบว่า พันธุ์ข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีเข้ม จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอล และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพันธุ์ข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีอ่อน และงานวิจัยของ Nakornriab และ Srihanam (2010) รายงานว่า สารสกัดที่ได้จากรำข้าวแดงและข้าวดำ มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดจากรำข้าวขาว

สรุป

ผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อลักษณะทางกายภาพของข้าวไร่ พบว่า การบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของข้าวไร่พันธุ์นาสาร แต่การบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์มีผลทำให้ข้าวไร่พันธุ์กิพู และในหลวงมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเมล็ดเพิ่มขึ้น และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ความกว้าง ความยาว ความหนา และอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของข้าวไร่แต่ละพันธุ์ที่แตกต่างกัน แต่ทั้งนี้ไม่มีผลทำให้รูปร่างเมล็ดมีความแตกต่างกัน ส่วนผลของการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณกรดไฟติก สารประกอบฟีนอล และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวไร่ พบว่า การบำรุงดินไม่มีผลต่อปริมาณกรดไฟติก แต่มีผลทำให้ข้าวไร่พันธุ์ว้องลายมีปริมาณสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้น และข้าวไร่พันธุ์บือเกะ กิพู และว้องลายมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์ ศรีทุมมา. 2552. **การศึกษาพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองที่มีศักยภาพ เพื่อใช้ในระบบเกษตรยั่งยืนของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นันทิยา พนมจันทร์ และ วิจิตรา อมรวิริยะชัย. 2554. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมือง. **วารสารหาดใหญ่วิชาการ** 9 (1): 25-31.

ฉวีวรรณ วุฒิญาโณ. 2543. **ข้าวพื้นเมืองไทย: เอกสารวิชาการ**. กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยข้าว ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

อาทิตย์ กุคำอู, อภิชาต เนินพลับ, สมเดช อิ่มมาก และ เล็ก จันทร์เกษม. 2551. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการในข้าวต่างสี, น. 336-351. *ใน* **การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2551**. กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

อนุชิตา มุ่งงาม. 2555. **แอนติออกซิแดนท์ในธัญพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2556. **ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. พิมพ์ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Chalermchaiwat, P., K. Jangchud, A. Jangchud, C. Charunuch and W. Prinyawiwatkul. 2015. Antioxidant activity, free gamma-aminobutyric acid content, selected physical properties and consumer acceptance of germinated brown rice extrudates as affected by extrusion process. **LWT-Food science and technology** 64: 490-496.

Gao, Y., C. Shang, M.A. Saghai Maroof, R.M. Biyashev, E.A. Grabau, P. Kwanyuen, J.W. Burton and G.R. Buss. 2007. A modified colorimetric method for phytic acid analysis in soybean. **Crop science** 47: 1797-1803.

IRRI. 2002. **Standard evaluation system for rice**. Philippines: International Rice Research Institute, Manila.

Moongngarm, A., N. Daomukda and S. Khumpika. 2012. Chemical compositions, phytochemicals and antioxidant capacity of rice bran, rice bran layer and rice germ. **APCBEE procedia** 2: 73-79.

Nakornriab, M. and P. Srihanam. 2010. Study on total phenolic contents and their antioxidant activities of thai white, red and black rice bran extracts. **Pakistan journal of biological sciences** 13 (4): 170-174.

Prasad, A.S. 1983. Clinical biochemical and nutrition spectrum of zinc deficiency in human subject: An uptake. **Nutrition review** 41: 197-208.

Zigoneanu, I.G., L. Williams, Z. Xu and C.M. Sabliov. 2008. Determination of antioxidant components in rice bran oil extracted by microwave-assisted method. **Bioresource technology** 99: 4910-4918.

ผลของการกะเทาะเปลือกต่อคุณภาพของน้ำมันทานตะวันจากกระบวนการผลิตแบบหีบเย็น

Effect of Dehulling on the Quality of Cold-Pressed Sunflower Oil

พิชญานิน ตั้งวิเศษทรัพย์[1] ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร[1*] พรรณธิภา ณ เชียงใหม่[2] เสาวภา เขียนงาม[2] ยุภา ปู่แตงอ่อน[2]
มานะ กาญจนมณีเสถียร[2] ปราโมทย์ แพงคำ[3] ศิวพร แพงคำ[4] อำพร แจ่มผล[1]
พรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ์[1] และ กานต์สุดา วันจันทึก[1]

Pitchayanin Tungwisedsup[1], Taweesak Techakriengkrai[1*], Pantipa Na Chiangmai[2], Saowapar Khianngam[2],
Yupa Pootaeng-on[2], Mana Kanjanamaneesathian[2], Pramote Paengkoum[3], Siwaporn Paengkoum[4],
Amporn Jamphol[1], Porntip Pasukamonset[1] and Kansuda Wunjuntuk[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการกะเทาะเปลือกและระยะเวลาในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนต่อคุณภาพของน้ำมันทานตะวันจากกระบวนการหีบเย็น ศึกษาปริมาณผลผลิตและคุณภาพของน้ำมันทานตะวันโดยเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือกบางส่วนและไม่กะเทาะเปลือก พบว่าน้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนให้ปริมาณผลผลิตน้ำมัน (ร้อยละ 45.7) มากกว่าน้ำมันทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก (ร้อยละ 39) ($p \leq 0.05$) สำหรับคุณภาพของน้ำมันทานตะวัน พบว่าน้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนมีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) สูงกว่าน้ำมันทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก แต่มีค่ากรดไขมันอิสระที่ต่ำกว่า ศึกษาผลของการกะเทาะและระยะเวลาที่เหมาะสมในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 2 x 8 แฟคทอเรียลแบบสุ่มสมบูรณ์ ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ การกะเทาะ (กะเทาะเปลือกบางส่วนและไม่กะเทาะเปลือก) และระยะเวลา (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน) พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างการกะเทาะและระยะเวลาในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนต่อค่าสี ค่ากรดไขมันอิสระ และปริมาณฟอสโฟลิปิด ($p \leq 0.05$)

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the effects of dehulling and sedimentation time on the quality of cold-pressed sunflower oil. A study of oil yield and quality of sunflower oil between partly dehulled and undehulled seeds. The results showed oil yield from partly dehulled seeds was significantly higher (45.7%) than the yield from undehulled seeds (39%) ($p \leq 0.05$). For oil quality, it was found that in contrast to undehulled sunflower seeds, partly dehulled sunflower exhibited higher lightness (L*) and yellowness (b*), but lower on acid value. The study on dehulling of sunflower seeds and optimum of sedimentation time by using 2 x 8 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) Factors were dehulling (partly dehulled and undehulled seeds) and time (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 days) indicated the interaction between dehulling and sedimentation time had significant effect on color (L*, a* and b*) acid value and phospholipid content ($p \leq 0.05$).

Key Words: Sunflower seeds, Dehulling, Cold-Pressed sunflower oil

[*]Corresponding author; E-mail address: fagrtst@ku.ac.th

[1]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี เพชรบุรี 76120
[2]Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi 76120
[3]สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
[3]Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000
[4]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา นครราชสีมา 30000
[4]Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima 30000

คำนำ

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอันดับ 4 ของโลก รองจากถั่วเหลือง (*Glycine max* L. Merr.) ปาล์มน้ำมัน (*Eleias guineensis* L.) และคาโนลาหรือเรพซีด (*Brassica napus* Jacq.) (ไพศาล และคณะ, 2552; FAO, 2012) นอกจากเป็นพืชน้ำมันแล้วทานตะวันยังเป็นไม้ดอก ไม้ประดับที่มีความสวยงามสามารถปลูกเพื่อใช้ดึงดูดนักท่องเที่ยว โดยในประเทศไทยได้มีการร่วมมือกันระหว่างภาครัฐและเอกชนเพื่อส่งเสริมให้มีการปลูกทานตะวันเป็นอาชีพเสริมมากขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอกับอุตสาหกรรมพืชน้ำมัน และเพื่อการท่องเที่ยว ทั้งนี้เพราะเมล็ดทานตะวันมีน้ำมันประมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก และเป็นน้ำมันที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) ในปริมาณที่สูง นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของวิตามินอี หรือโทโคฟีรอล โดยเฉพาะแอลฟ่า-โทโคฟีรอล (Gotor and Rhazi, 2016) ส่วนในทางการเกษตรทานตะวันเป็นพืชทนแล้งได้ดีเมื่อเทียบกับพืชไร่ชนิดอื่น เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ปลูกและดูแลรักษาง่าย อายุสั้นประมาณ 100 วัน เก็บเกี่ยวได้ง่าย ใช้แรงงานน้อย สามารถปลูกได้แพร่หลายในหลายสภาพแวดล้อม เหมาะสำหรับพื้นที่นาหลังจากการปลูกข้าว หรือหลังจากเพาะปลูกพืชชนิดอื่น (ชูศักดิ์, 2542; ไพศาล และคณะ, 2552) จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ต้นทานตะวันไม่เพียงจะออกดอกทานตะวันที่งดงามซึ่งสามารถส่งเสริมการท่องเที่ยวได้ ยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงสามารถนำมาผลิตน้ำมันพืชเพื่อบริโภคภายในครัวเรือนได้เอง โดยใช้วิธีการสกัดแบบธรรมชาติคือ กระบวนการบีบเย็น (cold pressed process) เนื่องจากทำได้ง่าย และน้ำมันพืชที่ได้ยังคงวิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ เนื่องจากไม่ผ่านความร้อนสูง และไม่มีการใช้สารเคมี (อรพิน และ ณัฏฐา, 2549) การผลิตน้ำมันทานตะวันแบบธรรมชาติ สามารถผลิตโดยใช้เมล็ดทานตะวันทั้งเมล็ดและแบบกะเทาะเปลือกออกก่อน แต่การสกัดน้ำมันทั้งเมล็ดจะมีผลทำให้น้ำมันยังคงมีกลิ่น มีสีเหลืองเข้ม และมีปริมาณแว๊กซ์สูง ซึ่งสามารถลดอายุการเก็บรักษาของน้ำมัน (Lazaro *et al*., 2014) ส่วนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดที่กะเทาะเปลือกแล้ว จำเป็นต้องใช้เครื่องกะเทาะเปลือก ซึ่งมีราคาแพง (ประดิษฐ์, 2549) อย่างไรก็ตามการหีบน้ำมันโดยใช้เครื่องบีบอัดแบบสกรูจะมีเศษตะกอนของทานตะวันตกค้างจึงต้องทำให้เกิดการตกตะกอนหรือปล่อยให้ตกตะกอนก่อนจึงสามารถนำมาบริโภคได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการกะเทาะเปลือกและระยะเวลาในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนต่อคุณภาพของน้ำมันทานตะวันจากกระบวนการหีบเย็น เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรสำหรับการปลูกทานตะวันเป็นพืชทางเลือกรวมถึงสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตผลทางการเกษตร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมเมล็ดทานตะวัน

นำเมล็ดทานตะวัน (พันธุ์แปซิฟิก) ที่ได้จากศูนย์ฝึกอบรมและวิจัยทางการเกษตร 100 ไร่ นำไปตากแดดและคัดแยกเมล็ดลีบออก แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือเมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือกบางส่วน โดยใช้เครื่องหินบดแบบจานคู่ กลุ่มที่ 2 คือเมล็ดทานตะวันที่ไม่มีการกะเทาะเปลือก

2. ศึกษาปริมาณผลผลิตและคุณภาพของน้ำมันทานตะวันเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือกบางส่วนและไม่กะเทาะเปลือก

ชั่งน้ำหนักเมล็ดทานตะวันทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 500 กรัม นำมาสกัดน้ำมันโดยใช้เครื่องบีบอัดแบบสกรู (screw press, รุ่น FEA-101ss-M-H-Tc-2015, ยี่ห้อ Friend Energy, Thailand) ชั่งน้ำหนักน้ำมันที่ได้ บันทึกค่าเพื่อคำนวณร้อยละของผลผลิต และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน ได้แก่ วิเคราะห์ค่าสี L^*, a^* และ b^* ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab Digital Colorimeter รุ่น COLORFLEX 4510 (Hunter Association Laboratory, USA) วิเคราะห์ค่ากรดไขมันอิสระ (AOCS., 1997), วิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ (AOCS., 1997), วิเคราะห์ปริมาณฟอสโฟลิปิด (AOCS., 1997) และวิเคราะห์ปริมาณแอลฟ่า-โทโคฟีรอล (Baydar and Akkurt, 2001) ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3. ศึกษาผลของการกะเทาะเปลือกและระยะเวลาในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนต่อคุณภาพของน้ำมันทานตะวัน

นำน้ำมันที่ได้จากการบีบอัดเมล็ดทานตะวันทั้ง 2 กลุ่ม ใส่ขวดพลาสติกใสตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน นำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน ได้แก่ วิเคราะห์ค่าสี, วิเคราะห์ค่ากรดไขมันอิสระ, วิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์, วิเคราะห์ปริมาณฟอสโฟลิปิด และวิเคราะห์ปริมาณแอลฟ่า-โทโคฟีรอล ตามวิธีการข้อ 2

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การทดลองในหัวข้อที่ 2 นำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Independent Samples T-test สำหรับการทดลองในหัวข้อที่ 3 ใช้การทดลองแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด 2 x 8 โดยมีปัจจัย 2 ปัจจัย คือ การกะเทาะ และ ระยะเวลา (factorial 2 x 8 in completely design, FCRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาปริมาณผลผลิตและคุณภาพของน้ำมันทานตะวันเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือกบางส่วนและไม่กะเทาะเปลือก

จากการศึกษาปริมาณผลผลิตน้ำมัน พบว่าการกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมล็ดทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนจะให้ปริมาณน้ำมัน (ร้อยละ 45.7) มากกว่าเมล็ดทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก (ร้อยละ 39) เนื่องจากเมล็ดทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนมีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเท่ากับ 57.33 ทำให้มีสัดส่วนของเนื้อเมล็ดทานตะวันมากกว่าเมล็ดทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก รวมทั้งยังลดอัตราการสูญเสียของน้ำมันที่เกิดจากการดูดซับน้ำมันของเปลือกเมล็ดทานตะวันขณะบีบอัดน้ำมัน (Isobe *et al*., 1992; Oomah and Mazza, 1997) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lazaro *et al.* (2014)

ผลคุณภาพของน้ำมันทานตะวัน จากการศึกษาคุณภาพน้ำมันทานตะวันที่ได้จากการกะเทาะเปลือกบางส่วนและไม่กะเทาะเปลือกของเมล็ดทานตะวัน พบว่า สมบัติทางกายภาพของน้ำมัน ได้แก่ค่าสี L*, a* และ b* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยน้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนมีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มากกว่าน้ำมันทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก เนื่องจากสีของน้ำมันมาจากเม็ดสีภายในเปลือกเมล็ดทานตะวัน ซึ่งถูกกำจัดออกในขั้นตอนการกะเทาะ (Abou-Gharbia *et al*., 1997) ทำให้น้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนมีสีเหลืองสว่างมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบด้วยสายตา แสดงดัง Figure 1 เมื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่าค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือกมีค่ามากกว่า ซึ่งอาจสันนิษฐานได้ว่าเมล็ดทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือกมีปริมาณเอนไซม์ไลเปสสูงกว่า ทำให้ไตรเอซิลกลีเซอรอลถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรดไขมันอิสระในระหว่างกระบวนการสกัด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lazaro *et al.* (2014) ในขณะที่ค่าเพอร์ออกไซด์และปริมาณวิตามินอี (แอลฟ่า-โทโคฟีรอล) ของน้ำมันที่ได้จากกะเทาะเปลือกบางส่วนและไม่กะเทาะเปลือกของเมล็ดทานตะวันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดัง Table 1 ซึ่งค่าเพอร์ออกไซด์เป็นตัวบ่งชี้การเกิดออกซิเดชันของน้ำมัน ดังนั้นน้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนและไม่กะเทาะเปลือกอาจเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชันในระดับที่เท่ากัน



Figure 1 Crude sunflower oil from partly dehulled sunflower seeds (a) and undehulled sunflower seeds (b).

Table 1 Chemical composition of sunflower oil from partly dehulled and undehulled sunflower seeds.

Characteristics	Sunflower seeds	
	Partly dehulled	Undehulled
Lightness (L*)	22.30±0.18*	7.88±0.09
Redness (a*)	3.47±0.05*	1.58±0.15
Yellowness (b*)	13.66±0.03*	5.89±0.07
Acid value (% as oleic acid)	4.33±0.00	4.77±0.03*
Peroxide value (Meq/kg oil)ns	0.00±0.00	0.00±0.00
α-tocopherol (mg/100g oil)ns	94.23±8.20	95.29±1.31
Phospholipid (%)	1.60±0.01*	0.65±0.01

* Means within the same row are significant difference ($p \leq 0.05$).

ns Means within the same row are not significant difference ($p > 0.05$).

2. ผลของการกะเทาะเปลือกและระยะเวลาในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนต่อคุณภาพของน้ำมันทานตะวัน

จากการศึกษาพบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างการกะเทาะและระยะเวลาในตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนต่อค่าสี L*, a* และ b อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า หลังจากตั้งน้ำมันทิ้งไว้ให้ตกตะกอนน้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนมีค่าความสว่าง (L*) มากกว่าน้ำมันทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก เนื่องจากในเปลือกมีปริมาณของแว๊กซ์สูงซึ่งถูกสกัดออกมาพร้อมกับน้ำมัน (Turkulov *et al.*, 1986; Martini and Anon, 2005) ทำให้น้ำมันขุ่นจึงมีค่าความสว่างต่ำกว่า ส่วนระยะเวลาในการตกตะกอนน้ำมันทานตะวันทั้งแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนและไม่กะเทาะเปลือกมีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นในทุกๆ วัน และเริ่มคงที่ตั้งแต่วันที่ 5 เป็นต้นไป ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของน้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนหลังจากตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนมีค่าน้อยกว่าน้ำมันทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก แสดงดัง figure 2 ซึ่งสีของน้ำมันสามารถใช้คาดเดาคุณภาพของน้ำมันได้ โดยน้ำมันที่มีสีเหลืองอ่อนกว่าจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำมันที่มีสีเหลืองเข้ม (นิธิยา, 2548)

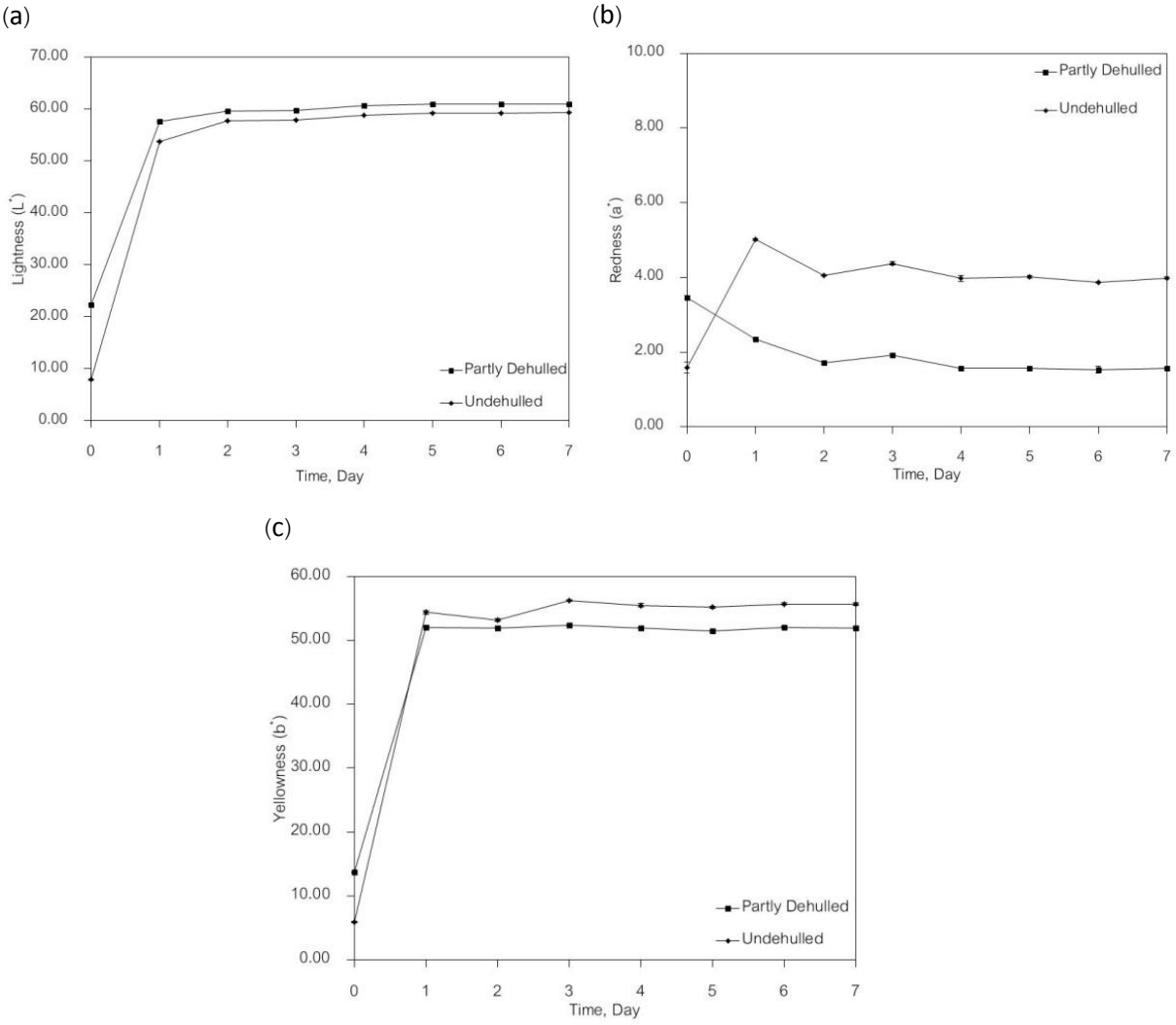


Figure 2 Lightness (a), Redness (b) and Yellowness (c) of sunflower oil from partly dehulled and undehulled sunflower seeds from different sedimentation time.

นอกจากนี้ พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างการกะเทาะและระยะเวลาในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนมีผลต่อค่ากรดไขมันอิสระและปริมาณฟอสโฟลิปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนมีค่าน้อยกว่าน้ำมันทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก และค่ากรดไขมันอิสระจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นระหว่างถูกตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แสดงดัง Table 2 โดยค่ากรดไขมันอิสระที่วิเคราะห์ได้เป็นตัวชี้บ่งว่าไตรเอซิลกลีเซอรอลที่มีอยู่ในน้ำมันถูกทำลายด้วยเอนไซม์ไลเปสเปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิสระ ถ้าค่ากรดไขมันอิสระสูงแสดงว่าโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลถูกสลายตัวเป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่ามี Hydrolytic Rancidity เกิดขึ้นที่น้ำมัน ซึ่งความร้อนและแสงช่วยเร่งให้เกิดการหืนได้เร็วขึ้น (นิธิยา, 2548)

Table 2 Chemical composition of sunflower oil from partly dehulled and undehulled sunflower seeds from different sedimentation time.

Sunflower seeds	Sedimentation time	Characteristics			
		Phospholipid (%)	Acid value (% as oleic acid)	α-tocopherol (mg/100g oil)^{ns}	Peroxide value (Meq/kg oil)^{ns}
Partly dehulled	0	1.60±0.01^{a}	4.33±0.00^{f}	97.89±3.02	0.00±0.00
	1	0.18±0.01^{c}	4.33±0.01^{f}	96.65±0.44	0.00±0.00
	2	0.17±0.02^{cd}	4.33±0.00^{f}	98.46±0.18	0.00±0.00
	3	0.17±0.02^{cd}	4.36±0.03^{f}	102.56±1.43	0.00±0.00
	4	0.15±0.00^{e}	4.37±0.03^{f}	101.49±0.16	0.00±0.00
	5	0.15±0.00^{e}	4.44±0.01^{e}	100.88±1.46	0.00±0.00
	6	0.15±0.00^{e}	4.45±0.03^{e}	101.71±2.25	0.00±0.00
	7	0.16±0.00^{de}	4.47±0.03^{e}	99.88±0.80	0.00±0.00
Undehulled	0	0.65±0.01^{b}	4.77±0.03^{b}	95.29±1.31	0.00±0.00
	1	0.07±0.00^{f}	4.76±0.00^{b}	100.14±1.80	0.00±0.00
	2	0.07±0.01^{f}	4.76±0.00^{b}	99.56±1.30	0.00±0.00
	3	0.06±0.01^{f}	4.84±0.03^{b}	102.28±1.17	0.00±0.00
	4	0.06±0.00^{f}	4.93±0.06^{b}	100.62±4.47	0.00±0.00
	5	0.06±0.00^{f}	4.97±0.00^{b}	101.85±2.81	0.00±0.00
	6	0.06±0.00^{f}	4.97±0.01^{b}	96.55±2.42	0.00±0.00
	7	0.06±0.01^{f}	5.02±0.01^{a}	100.18±3.38	0.00±0.00
Dehulling		0.000	0.000	0.576	-
Sedimentation time		0.000	0.000	0.055	-
Dehulling*Sedimentation time		0.000	0.000	0.210	-

$^{a-f}$ Means within the same columns with different letters are significant difference ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means within the same columns with different letters are not significant difference ($p > 0.05$).

ฟอสโฟลิปิดเป็นสารชีวเคมีที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย แต่เป็นสารที่ไม่ต้องการให้ปนเปื้อนในน้ำมันพืช เนื่องจากฟอสโฟลิปิดจะทำให้น้ำมันมีสีคล้ำ ตกตะกอนขณะเก็บรักษา (สมพร, 2537) ซึ่งพบว่าน้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนมีปริมาณฟอสโฟลิปิดมากกว่าน้ำมันทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก และหลังจากตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนปริมาณฟอสโฟลิปิดจะมีค่าลดลง เนื่องจากฟอสโฟลิปิดจะตกตะกอนรวมตัวกับตะกอนหยาบอื่นๆ ที่อยู่ในน้ำมัน ในขณะที่ค่าเพอร์ออกไซด์ และปริมาณวิตามินอี (แอลฟ่า-โทโคฟีรอล) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเพอร์ออกไซด์เป็นการวัด Degree of Lipid Oxidation โดยการหาปริมาณเพอร์ออกไซด์ที่มีอยู่ในน้ำมัน ซึ่งสารเพอร์ออกไซด์จะเกิดขึ้นในน้ำมันอย่างช้าๆ ในระหว่างที่น้ำมันถูกเก็บไว้ให้สัมผัสกับอากาศ จากการทดลองพบว่า ในระยะเวลา 7 วัน ยังไม่มีค่าเพอร์ออกไซด์เกิดขึ้น ดังนั้นน้ำมันที่ได้จากการหีบก่อนจะนำไปกรองสามารถตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนภายในระยะเวลา 7 วัน โดยไม่ส่งผลต่อค่าเพอร์ออกไซด์ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี (แอลฟ่า-โทโคฟีรอล) ที่ยังมีค่าคงที่ในระยะเวลา 7 วัน เนื่องจากวิตามินอีเป็นตัวต้านการเกิดออกซิเดชัน สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้ (Schuler, 1990; Hamiton, 1994)

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ผลของการกะเทาะเปลือกและระยะเวลาในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันทานตะวันจากกระบวนการผลิตแบบหีบเย็น ซึ่งการกะเทาะเปลือกสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำมันและทำให้คุณภาพของน้ำมันดีขึ้น โดยน้ำมันทานตะวันแบบกะเทาะเปลือกบางส่วนมีค่าความสว่าง (L^*) สูงกว่า แต่ค่ากรดไขมันอิสระต่ำกว่าน้ำมันทานตะวันแบบไม่กะเทาะเปลือก ในขณะที่ระยะเวลาในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความสว่าง (L^*) สูงขึ้น และ ปริมาณฟอสโฟลิปิดลดลง แต่ถ้าตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนนานไปจะส่งผลให้คุณภาพของน้ำมันลดลง ได้แก่ ค่ากรดไขมันอิสระ งานวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้การกะเทาะและระยะเวลาในการตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมันทานตะวันจากกระบวนการผลิตแบบหีบเย็น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาน้ำมันทานตะวันให้ได้คุณภาพที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2542. **พืชเศรษฐกิจ**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์, กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ พีระมาน. 2549. น้ำมันทานตะวันแบบธรรมชาติ. **เกษตรกรธรรมชาติ** 7: 5-7.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ, ปาริฉัตร สิงห์ศักดิ์ตระกูล, ขนิษฐา ศิริรัตน์ และ ฉันทนา คงนคร. 2552. ศักยภาพในการให้ผลผลิตของทานตะวันในภาคใต้ตอนล่าง และการใช้น้ำมันเพื่อผลิตเชื้อเพลิงทดแทน. **วารสารหาดใหญ่วิชาการ** 7 (1): 1-14.

สมพร คุ้มผาติ. 2537. **การขจัดยางเหนียวในน้ำมันถั่วเหลืองโดยเอนไซม์: การคัดเลือกเอนไซม์ที่เหมาะสม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. 2549. ชะลอการเกิดกลิ่นหืนในน้ำมันทานตะวันด้วยน้ำมันหอมระเหย. **เกษตรกรรมธรรมชาติ** 7: 8-11.

Abou-Gharbia, H.A., F. Shahidi, A. Adel, Y. Shehata and M.M. Youssef. 1997. Effects of processing on oxidative stability of sesame oil extracted from intact and dehulled seeds. **JAOCS**. 74: 215–221.

AOCS. 1997. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society**. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.

Baydar, N.G. and M. Akkurt. 2001. Oil content and oil quality properties of some grape seeds. **Turk J Agric For**. 25: 163-168.

FAO. 2012. **Food and agriculture organization of the United Nations Statistics division**. Available Source: http://faostat3.fao.org/browse/Q/QD/E, Ferbuary 5, 2015.

Gotor, A.A. and L. Rhazi. 2016. Effects of refining process on sunflower oil minor components: a review. **Oilseed & fats Crops and Lipids** 23 (2): 10.

Hamilton, R.J. 1994. The chemistry of rancidity in foods, pp. 1-21. *In* J.C. Allen and R.J. Hamilton., eds. **Rancidity in Food**. Chapman and Hall, London.

Isobe, S., F. Zuber, K. Uemura and A. Noguchi. 1992. A new twin-screw press design for oil extraction of dehulled sunflower seeds. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 69: 884-889.

Lazaro, E., Y. Benjamin and M. Robert. 2014. The effects of dehulling on physicochemical properties of seed oil and cake quality of sunflower. **Tanzania Journal of Agricultural Sciences** 13 (1): 41-47.

Martini, S. and M.C. Anon. 2005. Storage of sunflower-seeds: variation on the wax content of the oil. **European Journal of Lipid Science and Technology** 107: 74-79.

Oomah, B.D. and G. Mazza. 1997. Effect of dehulling on chemical composition and physical properties of flaxseed. **Lebensm.-Wiss. U.-Technol**. 30: 135-140.

Schuler, P. 1990. Natural antioxidants exploited commercially, pp. 99-100. *In* B.J.F. Hudson., ed. **Food Antioxidants**. Elsevier Science Publishers Company Inc., New York.

Turkulov, J., E. Dimic, D. Karlovic and V. Vuksa. 1986. Effect of temperature and wax content on the appearance of turbidity in sunflowerseed oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 63 (10): 1360-1363.

แผ่นเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด

Fibrous Webs from Corn Husks

ภัทรานันท์ แวงวรรณ[1*] วัลภา แต้มทอง[1] และ สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ[1]

Pattranan Wangwan[1*], Walapa Tamthong[1] and Suteeluk Kraisuwan[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด และลักษณะทางกายภาพของแผ่นเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด ปัจจัยการทดลองคือ อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 100 องศาเซลเซียส และ 120 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 2 ระดับ คือ 90 นาที และ 120 นาที ดำเนินการทดลอง 4 ซ้ำ ตามแผนการทดลองแบบ 2 × 2 แฟคทอเรียล ผลการทดลอง พบว่าเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที ได้เส้นใยสั้น ละเอียด และให้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด ลักษณะทางกายภาพของแผ่นเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด พบว่า แผ่นเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีความหนามากกว่าแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส แต่มีความกระด้างน้อยกว่า ($p < .05$) แผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกด้วยอุณหภูมิ ระยะเวลา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาแตกต่างกัน ไม่มีผลต่อน้ำหนักและความทนแรงดึงขาดของแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด ($p > .05$)

ABSTRACT

The objectives of this research were to determine the optimal condition for fiber extracted from corn husks and physical characteristics of fibrous webs from corn husks. The factors were two temperatures: 100°C and 120°C and two time periods: 90 minutes and 120 minutes. The experiment was repeated four times by using 2 x 2 factorial experimental design. The results showed that corn husks fibers extracted at temperature of 120°C with a time period of 120 minutes were short and fine fiber, and greatest yield. For physical characteristics of fibrous webs from corn husks, the fibrous webs from corn husks extracted at temperature of 100°C were more thickness than the fibrous webs from corn husks extracted at temperature of 120°C but were less stiffness ($p < .05$). Fibrous webs from corn husks extracted at different temperature, time period, and interaction between temperature and time period had no effect on weight and tensile strength of fibrous webs from corn husks ($p > .05$).

Key Words: fibrous, web, corn husk

*Corresponding author; e-mail address: tom_pattra@hotmail.com

[1] ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ข้าวโพด เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ทนต่อลักษณะและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย สามารถปลูกได้ตลอดปีในทุกภาค เนื่องจากปลูกง่ายเพราะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีและให้ผลผลิตสูง แต่ต้องมีปริมาณน้ำเพียงพอ ปลูกใกล้แหล่งน้ำสะอาดและไม่มีน้ำท่วมขัง (สมศรี และ อำนาจ, 2551) ภาคเหนือปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูนและลำปาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดหนองคายและนครพนม ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐมและสุพรรณบุรี และภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ม.ป.ป.) ข้าวโพดที่นิยมปลูกมีหลายชนิด เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดสำหรับบริโภคฝักสด ได้แก่ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียน เป็นต้น

ข้าวโพดหวานมีคุณค่าทางอาหารและโภชนาการมากมาย สามารถแปรรูปเป็นอาหารได้หลายรูปแบบ ได้แก่ อาหารสด เช่น ข้าวโพดต้ม ข้าวโพดคลุกเสวย ไอศกรีมข้าวโพดกะทิสดและน้ำนมข้าวโพด อาหารกระป๋อง เช่น เมล็ดข้าวโพดและครีมข้าวโพด อาหารแช่แข็งในรูปเมล็ดและฝักข้าวโพด และข้าวโพดหวานบรรจุถุงสุญญากาศ (สุวิมล, ม.ม.ป.) การบริโภคข้าวโพดปริมาณมาก ทำให้มีเปลือกข้าวโพดเหลือทิ้งจำนวนมากเช่นกัน ดังนั้นหากสามารถนำเปลือกข้าวโพดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ได้ ก็จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและช่วยลดปริมาณขยะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

เปลือกข้าวโพดหวานมีลักษณะเป็นแผ่นยาวประมาณ 10-20 เซนติเมตร ประกอบด้วยเส้นใยที่เกาะกลุ่มกัน ซึ่งสามารถแยกเป็นเส้นใยเดี่ยว ๆ ได้ และใช้ประโยชน์เป็นวัสดุทำเยื่อกระดาษ ดังนั้นการศึกษาวิธีการแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพด ลักษณะเส้นใยและแผ่นเส้นใยที่ได้ จะทำให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการทำแผ่นเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านสิ่งทอได้ เช่น ทำเป็นผ้ารองจาน ผ้ารองแก้ว ฯลฯ และเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดสำหรับทำผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด และลักษณะทางกายภาพของแผ่นเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัสดุที่ใช้คือเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยคัดเลือกเปลือกจากข้าวโพดฝักสดที่มีน้ำหนักทั้งฝักประมาณ 300 กรัม ใช้เฉพาะเปลือกชั้นกลางซึ่งเป็นเปลือกชั้นที่ 3-6 โดยนับจากเปลือกชั้นนอกสุด และสารเคมีที่ใช้ในการแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดคือ โซเดียมซัลไฟต์ (sodium sulfite; Na_2SO_3) โมโนเอทานอลเอมีน (monoethanolamine; MEA) และโซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate; Na_2CO_3) และสารยึดเส้นใยคือกาวแป้งมันสำปะหลัง

อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับแยกเส้นใยคือ เครื่องฟอกย้อมชิ้นตัวอย่าง กระบอกฟอกย้อมขนาด 900 มิลลิลิตร และอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับทำแผ่นเส้นใยคือ ตะแกรงไนลอนขนาด 27 × 35 เซนติเมตร

วิธีการ

การวิจัยนี้ใช้การทดลองแบบ 2 × 2 แฟคทอเรียล ที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (2 × 2 factorial experiment in completely randomized design) โดยมี 2 ปัจจัยคือ อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 100 องศาเซลเซียส

และ 120 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 2 ระดับ คือ 90 นาที และ 120 นาที รวมทั้งสิ้น 4 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมเปลือกข้าวโพด

ใช้มีดตัดรอบโคนเปลือกข้าวโพดที่ติดกับก้านฝัก ลอกเปลือกข้าวโพดออกทีละชั้นจากฝัก คัดเลือกเฉพาะเปลือกชั้นกลาง นำเปลือกข้าวโพดมาตากแห้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน (144 ชั่วโมง) ซึ่งน้ำหนักของเปลือกข้าวโพดไม่เปลี่ยนแปลง (ไม่ลดลง) ดังนั้นเปลือกข้าวโพดที่ได้จึงมีความชื้นต่ำ ตัดส่วนหัวของเปลือกข้าวโพดแต่ละใบออก 1 นิ้ว และตัดส่วนท้ายออก 3 นิ้ว ใช้เฉพาะส่วนกลางเปลือก เตรียมเปลือกข้าวโพดจำนวน 20 ชุด น้ำหนักชุดละ 35 $\pm$ 2 กรัม

2. การแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพด

การแยกเส้นใยใช้กระบวนการกำจัดลิกนิน (delignification) ตามวิธีการของ Salam *et al.* (2007) คือ เตรียมสารละลายโดยใช้อัตราส่วนสารละลายต่อวัสดุ = 10 : 1 โซเดียมซัลไฟต์ความเข้มข้น 9% โมโนเอทานอลเอมีนความเข้มข้น 0.3% และโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 4% แยกเส้นใยที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที และ 120 นาที และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที และ 120 นาที กรองแยกเส้นใยออกจากสารละลาย จากนั้นล้างเส้นใยด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง pH 6-7 จำนวน 10 ครั้ง และตากเส้นใยให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3. การทำแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด

ใช้การทำแผ่นเส้นใยแบบเปียก (wet-laid) โดยประยุกต์ใช้วิธีการทำแผ่นกระดาษแบบเทเยื่อของนภาพร (2553) คือ แช่เส้นใยเปลือกข้าวโพดในน้ำที่อุณหภูมิห้อง อัตราส่วนเส้นใยต่อน้ำ = 1 : 200 ระยะเวลา 15 นาที แล้วใส่กาวแป้งเปียกในน้ำแช่เส้นใย อัตราส่วนกาวแป้งเปียกต่อน้ำ 1 : 10 (กาวแป้งเปียกทำจากแป้งมันผสมน้ำในอัตราส่วน = 1 : 10) คนสารละลายให้เข้ากันด้วยมือพร้อมกระจายเส้นใยให้ทั่ว ระยะเวลา 5 นาที เทสารละลายลงบนตะแกรงไนลอน แตะเส้นใยให้กระจายตัวสม่ำเสมอจนเต็มตะแกรง ตากแผ่นเส้นใยในแนวราบที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 60 นาที แล้วเป่าแผ่นเส้นใยให้แห้งด้วยไดร์เป่าผม ปรับความแรงระดับ 3 เป่าสูงจากแผ่นเส้นใยประมาณ 20 เซนติเมตร ระยะเวลา 20 นาที แกะแผ่นเส้นใยออกจากตะแกรง แล้วตัดแผ่นเส้นใยขนาด 22 $\times$ 30 เซนติเมตร

4. การทดสอบเส้นใยและแผ่นเส้นใย

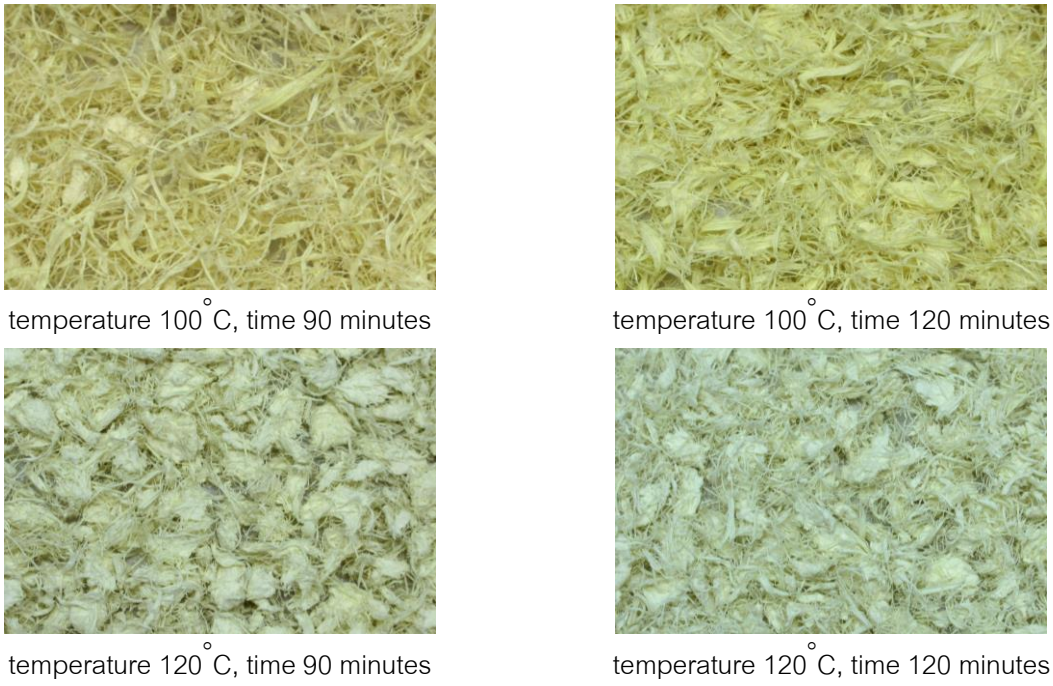
ทดสอบเส้นใยโดยวิเคราะห์ลักษณะทั่วไป น้ำหนักและปริมาณผลผลิตเส้นใย โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลทศนิยม 3 ตำแหน่ง ทดสอบลักษณะทางกายภาพของแผ่นเส้นใย ดังนี้ ทดสอบความหนาผ้าและน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ตามวิธีของสุจิระ (2555) ทดสอบความทนแรงดึงขาดตามมาตรฐาน ASTM designation: D 1117-2001 standard test methods of testing nonwoven fabrics ทดสอบความกระด้างตามมาตรฐาน ASTM designation: D 1117-2001 standard test methods of testing nonwoven fabrics

5. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณผลผลิตเส้นใยและลักษณะทางกายภาพของแผ่นเส้นใยโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทาง (two-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้ least significant difference (LSD)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะเส้นใยเปลือกข้าวโพด



temperature 100°C, time 90 minutes | temperature 100°C, time 120 minutes

temperature 120°C, time 90 minutes | temperature 120°C, time 120 minutes

Figure 1 Characteristics of corn husk fibers separated at different conditions

จากภาพที่ 1 แสดงลักษณะเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกด้วยสภาวะที่แตกต่างกัน พบว่าเส้นใยที่ได้เป็นเส้นใยสั้น มีความยาว ความละเอียด และสีที่แตกต่างกันคือ เส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ได้เส้นใยค่อนข้างยาว ระยะเวลา 90 นาที เส้นใยหยาบและมีสีเหลืองเข้ม ระยะเวลา 120 นาที เส้นใยละเอียดขึ้นและมีสีเหลืองอ่อน สำหรับเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ได้จากการแยกด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส พบว่าเส้นใยสั้น มีความละเอียดและเกาะกลุ่มกัน ระยะเวลา 90 นาที เส้นใยมีสีเหลืองอ่อนมาก และ ระยะเวลา 120 นาที พบว่าเส้นใยสั้นลง การเกาะกลุ่ม ความสม่ำเสมอและความละเอียดเพิ่มมากขึ้น และมีสีครีม

น้ำหนักเส้นใยและปริมาณผลผลิต

ผลการทดสอบน้ำหนักเส้นใยและปริมาณผลผลิต ได้ผลดังตารางที่ 1

Table 1 Mean of corn husks fiber weight and yield

treatment	fiber weight (gram)		yield (percentage)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
temperature 100°C, time 90 minutes	19.87	3.46	56.72	9.83
temperature 100°C, time 120 minutes	18.15	0.95	51.81	2.67
temperature 120°C, time 90 minutes	16.79	1.78	47.75	4.96
temperature 120°C, time 120 minutes	21.19	3.82	60.49	10.88

จากตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดและปริมาณผลผลิต พบว่า การแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที ได้น้ำหนักเส้นใยมากที่สุด (21.19 กรัม) คิดเป็นร้อยละ 60.49 รองลงมาคือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที (19.87 กรัม) คิดเป็นร้อยละ 56.72 และอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที (18.15 กรัม) คิดเป็นร้อยละ 51.81 และอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที (16.79 กรัม) คิดเป็นร้อยละ 47.75 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิต ($p > .05$) แต่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลามีผลต่อปริมาณผลผลิต ($p < .05$) โดยการแยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที ให้ปริมาณผลผลิตเส้นใยมากกว่าระยะเวลา 90 นาที ($p < .05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ghazy (2016) ที่ศึกษาการแยกเส้นใยชานอ้อยเพื่อทำเยื่อกระดาษคราฟต์ พบว่าเมื่ออุณหภูมิกับระยะเวลาเพิ่มขึ้นทำให้ได้เส้นใยเพิ่มมากขึ้น

ความหนา

ผลการทดสอบความหนาของแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด ได้ผลดังตารางที่ 2

Table 2 Mean of thickness of fibrous webs from corn husks

treatment	thickness (millimeter)	
	$\bar{X}$	S.D.
temperature 100°C, time 90 minutes	2.82	0.52
temperature 100°C, time 120 minutes	2.75	0.20
temperature 120°C, time 90 minutes	2.05	0.26
temperature 120°C, time 120 minutes	2.59	0.18

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยความหนาของแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด พบว่า แผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที มีความหนามากที่สุด (2.82 มิลลิเมตร) รองลงมาคือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที (2.75 มิลลิเมตร) อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที (2.59 มิลลิเมตร) และอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที (2.05 มิลลิเมตร) ตามลำดับ จัดเป็นแผ่นเส้นใยแบบหนา

ผลการวิเคราะห์พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อความหนาของแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด ($p < .05$) โดยแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีความหนามากกว่าอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ($p < .05$) ทั้งนี้เพราะเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ได้เส้นใยค่อนข้างยาว ขนาดไม่สม่ำเสมอและหยาบกว่าการแยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาทำเป็นแผ่นเส้นใยจึงทำให้แผ่นเส้นใยมีผิวสัมผัสไม่เรียบและมีความหนามากกว่า ส่วนระยะเวลา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลา ไม่มีผลต่อความหนาของแผ่นเส้นใย ($p > .05$)

น้ำหนัก

ผลการทดสอบน้ำหนักแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด ได้ผลดังตารางที่ 3

Table 3 Mean of weight of fibrous webs from corn husks

treatment	weight (gram per square meter)	
	$\bar{X}$	S.D.
temperature 100°C, time 90 minutes	209.73	33.65
temperature 100°C, time 120 minutes	200.51	20.74
temperature 120°C, time 90 minutes	192.76	36.29
temperature 120°C, time 120 minutes	233.51	26.01

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักของแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด พบว่าแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที มีน้ำหนักมากที่สุด (233.51 กรัมต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ แยกด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที (209.73 กรัมต่อตารางเมตร) แยกด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที (200.51 กรัมต่อตารางเมตร) และแยกด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที (192.76 กรัมต่อตารางเมตร) ตามลำดับ จัดเป็นแผ่นเส้นใยที่มีน้ำหนักปานกลางตามเกณฑ์ของ Epps and Collier (1999) ที่กำหนดว่าผ้าน้ำหนักปานกลางจะมีน้ำหนัก 170-240 กรัมต่อตารางเมตร ทั้งนี้สอดคล้องกับผลการทดสอบน้ำหนักเส้นใยและปริมาณผลผลิตของเส้นใยเปลือกข้าวโพดจากตารางที่ 1 ดังนั้นเมื่อนำมาทำเป็นแผ่นเส้นใย จึงทำให้มีน้ำหนักมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์พบว่าอุณหภูมิ ระยะเวลา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลา ไม่มีผลต่อน้ำหนักของแผ่นเส้นใย ($p > .05$)

ความทนแรงดึงขาด

ผลการทดสอบความทนแรงดึงขาด ได้ผลดังตารางที่ 4

Table 4 Mean of tensile strength of fibrous webs from corn husks

treatment	tensile strength (gram force)	
	$\bar{X}$	S.D.
temperature 100°C, time 90 minutes	849.45	350.19
temperature 100°C, time 120 minutes	1,350.34	293.41
temperature 120°C, time 90 minutes	1,360.70	1,016.72
temperature 120°C, time 120 minutes	2,647.07	1,000.30

จากตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความทนแรงดึงขาดของแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด พบว่าแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที มีความทนแรงดึงขาดมากที่สุด (2,647.07 กรัมแรง) รองลงมาคือ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที (1,360.70 กรัมแรง) อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที (1,350.34 กรัมแรง) และอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที (849.45 กรัมแรง) ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที เป็นเส้นใยสั้น ๆ มีขนาดสม่ำเสมอและละเอียด ทำให้เส้นใยกระจายได้ทั่วแผ่น มีแรงยึดเกาะระหว่างเส้นใยเพิ่มขึ้น จึงทำให้แผ่นเส้นใยมีความทนแรงดึงขาดมากขึ้น ซึ่งสุจิระ (2555) กล่าวว่า การใช้เส้นใยยาวทำแผ่นเส้นใยจะทำให้เส้นใยพันกัน การกระจายตัวของเส้นใยลดลง ดังนั้นหากทำให้เส้นใยเกาะกันดีขึ้น จะทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ผลการวิเคราะห์พบว่าอุณหภูมิ ระยะเวลา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลา ไม่มีผลต่อความทนแรงดึงขาดของแผ่นเส้นใย ($p > .05$)

ความกระด้าง

ผลการทดสอบความกระด้างของแผ่นเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด ได้ผลดังตารางที่ 5

Table 5 Mean of stiffness of fibrous webs from corn husks

treatment	stiffness (milligram/ centimeter)	
	$\bar{X}$	S.D.
temperature 100°C, time 90 minutes	382.80	117.96
temperature 100°C, time 120 minutes	561.31	71.86
temperature 120°C, time 90 minutes	834.36	190.80
temperature 120°C, time 120 minutes	468.87	119.94

จากตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความกระด้างของแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด พบว่าแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที มีความกระด้างน้อยที่สุด หมายถึงมีความโค้งงอตัวดีที่สุด (382.80 มิลลิกรัมต่อเซนติเมตร) รองลงมาคือ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที (468.87 มิลลิกรัมต่อเซนติเมตร) อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที (561.31 มิลลิกรัมต่อเซนติเมตร) และอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที (834.36 มิลลิกรัมต่อเซนติเมตร) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์พบว่าอุณหภูมิ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลา มีผลต่อความกระด้างของแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด ($p < .05$) โดยแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีความกระด้างน้อยกว่าอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ($p < .05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เส้นใยยังคงลักษณะความเป็นเส้นใยค่อนข้างยาว เมื่อทำเป็นแผ่นเส้นใยจึงสามารถงอตัวได้มากกว่า และแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที มีความกระด้างน้อยกว่าระยะเวลา 90 นาที ($p < .05$) ส่วนระยะเวลาไม่มีผลต่อความกระด้างของแผ่นเส้นใย ($p > .05$)

สรุป

ผลการวิจัยการแยกเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการแยกเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด คือการแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที เพราะได้เส้นใยที่เป็นกลุ่มเส้นใยสั้น ๆ มีขนาดเล็ก ละเอียด และให้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแผ่นเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด พบว่าแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกเส้นใยด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีความหนามากกว่าแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส แต่มีความกระด้างน้อยกว่า ($p < .05$) และอุณหภูมิ ระยะเวลา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลา ไม่มีผลต่อน้ำหนักและความทนแรงดึงขาดของแผ่นเส้นใยเปลือกข้าวโพด ($p > .05$)

เอกสารอ้างอิง

นภาพร โลนุชิต. 2553. **กระดาษรีไซเคิลทำมือสร้างสรรค์**. ร้านนครสาส์น, กรุงเทพ ฯ.

สมศรี บุญเรือง และ อำนาจ จันทร์ครุฑ. 2551. **คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรข้าวโพด**. สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพ ฯ.

สุจิระ ขอจิตต์เมตต์. 2555. **ผ้าไม่ทอ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท ทริปเพิ้ล กรุ๊ป จำกัด, กรุงเทพ ฯ.

สุวิมล ถนอมทรัพย์. ม.ป.ป. **การแปรรูปข้าวโพดฝักสด**. แหล่งที่มา: http://www.arda.or.th/kasetinfo/north/processing/process_vcorn.html, 18 กันยายน 2559

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.ป.ป. **อนาคตอุตสาหกรรมข้าวโพดหวานของไทย**. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_baer/ewt_news.php?nid=407&filename=index, 18 กันยายน 2559.

Epps, H. H. and Collier, B. J. 1999. **Textile testing and analysis.** Prentice-Hall, Inc, New Jersey.

Ghazy, M. B. M. 2016. Effect of Temperature and Time on the Kraft Pulping of Egyptian Bagasse. **International Journal of Science and Research (IJSR)** 5 (2): 179-184.

Salam, A., Reddy, N., and Yang, Y. 2007. Bleaching of kenaf and cornhusk fibers. **Industrial and Engineering Chemistry Research** 46: 1452-1458.

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

Subject: Agricultural Extension
and Home Economics

ภาคโปสเตอร์

Poster Presentation



ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อน้ำแข็งที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวาย

Effect of Ratio of fillet to Ice on Physical and Sensory Properties of Fish Ball from Striped Catfish (*Pangasius hypophthalmus*)

กฤษชนก ศุขเกษม[1*] อุมาพร มีเดช[1] วัสสกร มณีนิล[1] เจตนิพิฐ เนียมสุข[1] ธาริณี เพ็งมาก[1] พัชรพร เวียงวีระชาติ[1]

Kritchanok Sukkaseam[1*], Oumaporn Meedech[1], Wassakorn Maneenin[1], Jatnipit Niamsuk[1], Tarinee Pengmak[1] and Patcharaporn Wiangwirachart[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวาย โดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเป็น 2 ระดับคือ 1:0.4 และ 1:0.6 พบว่า ปริมาณน้ำแข็งที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ลูกชิ้นปลาสวายที่ผลิตได้มีค่าความขาว ค่าความเกาะติดกัน และค่าความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น แต่ค่าความแข็งลดลง($P<0.05$) และเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1: 0.4 ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด($P<0.05$)

ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect of striped catfish fillet to ice ratio on physical and sensory properties of fish ball from striped catfish (*Pangasius hypophthalmus*). Two ratios of fillet striped catfish to ice (1:0.4 and 1:0.6) were investigated. It was found that the higher the ratio of ice content led to the increase in whiteness, cohesiveness and springiness. However, the decrease in hardness was noticeable($P<0.05$). The optimum ratio of fillet to ice for making fish ball from striped catfish was 1:0.4. However, fish ball from striped catfish showed the highest sensory score in term of color, texture and overall liking($P<0.05$).

Key Words: striped catfish, Fish ball, physical properties, sensory properties

*Corresponding auther; e-mail address: **kritchanok_s@hotmail.com**

[1]สาขาวิชาธุรกิจอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 10120

[1]Department of Food and Business ,Faculty of Home Economics Technology, Rajamungala University of Technology Krungthep 10120

คำนำ

ลูกชิ้นปลา เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมาก มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการส่งออกลูกชิ้นปลาในรูปของสัตว์น้ำแปรรูป มีการส่งออกไปขายต่างประเทศ 86% มีมูลค่าการตลาด 1.2 แสนล้านบาท ในการผลิตลูกชิ้นปลาในประเทศไทยนิยมผลิตจากเนื้อปลาทะเลบด เช่น ปลาทรายแดง ปลาทรายขาว ปลาน้ำดอกไม้ ปลาแดงตาโต ปลาอินทรีย์ ปลาดาบลาว หรือปลาน้ำจืด เช่น ปลากราย ปลาสลาด และมักใช้ปลาหลายชนิดผสมกันเนื่องจากปลาแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ปลาดาบลาว จะเด่นในด้านความเหนียว ปลาข้างเหลืองเด่นในด้านความหอม ปลาน้ำดอกไม้เด่นในด้านความนุ่ม (กันภา และคณะ, 2556) ลูกชิ้นปลาที่ดีควรมีคุณลักษณะเป็นสีขาว ไม่มีกลิ่นคาวปลา เนื้อสัมผัสต้องมีความเหนียวนุ่ม และยืดหยุ่นได้ดี (วัชรี และอรวรรณ, 2558) อาหารที่ผลิตจากเนื้อปลา จัดเป็นอาหารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะโปรตีนซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายเหมาะกับทุกเพศทุกวัย

ปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) เป็นปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ อยู่ในสกุลเดียวกับ ปลาเทโพ มีรูปร่างขนาด ลักษณะเดียวกัน โดยมีลักษณะลำตัวเรียวยาว ไม่มีเกล็ด อีกทั้งเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง ซึ่งมีถิ่นอาศัยอยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำป่าสัก และแม่น้ำโขง (นงค์เยาว์ และคณะ, 2554) ประเทศไทยมีการเลี้ยงปลาสวายมากในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ (อรรณพ และณรงค์ศักดิ์, 2550) ปลาสวายเป็นปลาที่มีราคาค่อนข้างถูกแต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมในการบริโภค ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของเนื้อปลาสวาย งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็ง เนื่องจากปริมาณน้ำแข็งที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ในการสกัดโปรตีนลดลง ที่มีบทบาทต่อการเกิดเจลของโปรตีน ส่งผลให้โครงข่ายเจลโปรตีนในเนื้อปลาเปลี่ยนแปลง ซึ่งสัดส่วนของเนื้อปลาต่อปริมาณน้ำแข็งจะส่งผลต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาทั้งด้านความแข็ง ความเกาะติด และความยืดหยุ่น คุณภาพทางกายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวายที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวาย

ผลิตลูกชิ้นปลาสวาย โดยแปรอัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเป็น 2 ระดับคือ 1:0.4 และ1:0.6 ทำการผลิตลูกชิ้นปลาสวายตามขั้นตอนดังนี้ นำปลาสวายมาล้างทำความสะอาด ตัดหัว ควักไส้และล้างทำความสะอาดอีกครั้ง แล่เนื้อปลาโดยเอาเฉพาะส่วนเนื้อ จากนั้นทำการล้างเนื้อปลาสวายบดด้วยน้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 5-10 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเนื้อปลาไม่มีสีและกลิ่น ปั่นผสมเนื้อปลาสวายกับน้ำแข็งด้วยเครื่องสับผสมเป็นเวลา 2 นาที เติมส่วนผสมที่เป็นของแห้ง ยกเว้น Wheat Starch (เกลือ น้ำตาลผงชูรส และฟอสเฟต) ลงไป ปั่นผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้ใส่ลงในเครื่องนวด เติม Wheat Starch ลงไป นวดให้เข้ากันประมาณ 10 นาที ปั้นส่วนผสมให้เป็นก้อนกลม (ลูกชิ้น) ใส่ลงในหม้อที่มีน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ตักลูกชิ้นใส่หม้อต้มที่มีอุณหภูมิน้ำ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที สะเด็ดน้ำ แล้วบรรจุลงในถุงพลาสติก ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา

24 ชั่วโมง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวายที่ผลิตได้และลูกชิ้นปลาทางการค้า (Control) มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพดังนี้

1.1 วัดความขาว (Whiteness) (ดัดแปลงวิธีจาก Park, 1994)

นำตัวอย่างลูกชิ้นปลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร มาวัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Color Lab โดยใช้ระบบ CIE L*a* b* และคำนวณค่าความขาวจากสูตร

$$\text{Whiteness} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

1.2 วัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ดัดแปลงวิธีจาก สันตกิจ และอัมพวัน, 2549)

นำตัวอย่างลูกชิ้นปลามาวัดค่า Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.XT plus โดยการวัดจะใช้หัวกด 100 N โดยกดตัวอย่างลงไปเป็นระยะทางร้อยละ 75 ของความสูงเริ่มต้น (เส้นผ่านศูนย์กลาง เนื่องจากเป็นทรงกลม) ทำการกด 2 ครั้ง (two bite) ด้วยความเร็วคงที่ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที วัดค่า ความแข็ง (Hardness) ค่าการเกาะติดกัน (Cohesiveness) และความยืดหยุ่น (Springiness)

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพมาคำนวณค่าทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomize Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลโดยใช้วิธี DMRT (Duncan' s New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวาย

วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาสวายและลูกชิ้นปลาทางการค้า(Control) ด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น สี และความชอบรวมด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน เป็นนักศึกษาสาขาวิชาธุรกิจอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ แล้วนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวาย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของลูกชิ้นปลาสวายทั้ง 2 ตัวอย่างเปรียบเทียบกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุม ดังตารางที่ 1

Table 1 Physical properties of fish ball.

Samples	Whiteness	Hardness (g)	Cohesiveness (g.sec/g.sec)	Springiness (sec/sec)
Control	73.39±0.64[a]	1098.23±110.44[b]	0.86±0.01[b]	1.31±0.04[b]
1:0.4	77.19±0.27[b]	1103.47±41.80[b]	0.85±0.02[ab]	1.29±0.04[ab]
1:0.6	78.02±0.37[c]	954.44±108.95[a]	0.83±0.00[a]	1.25±0.01[a]

[a,b] Different letters in the same column are significantly different ($P \leq 0.05$).

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าความขาวของลูกชิ้นปลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยค่าความขาวของลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1: 0.6 มีค่าความขาวมากที่สุดเท่ากับ 78.02 โดยเมื่อปริมาณน้ำแข็งเพิ่มขึ้น ค่าความขาวจะเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุม พบว่า ลูกชิ้นปลาสวายทั้ง 2 ตัวอย่าง (1:0.4 และ 1:0.6) มีค่าความขาวมากกว่า

ค่าความแข็งของลูกชิ้นปลาสวายทั้ง 2 ตัวอย่าง (1:0.4 และ 1:0.6) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1: 0.4 มีค่าความแข็งมากกว่าที่อัตราส่วน 1:0.6 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1103.47 และ954.44 ตามลำดับ อาจเป็นเพราะปริมาณน้ำแข็งที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ในการสกัดโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ลดลง ทำให้ความเข้มข้นของไมโอไฟบริลลาร์ซึ่งมีบทบาทต่อการเกิดเจลโปรตีนลดลง ส่งผลให้โครงข่ายเจลที่ได้มีความแข็งแรงเจลที่น้อยกว่า (จิราพร และดวงเดือน, 2559)

ค่าความเกาะติดกัน พบว่า ลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1:0.4 และลูกชิ้นปลาสูตรควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) ให้ค่าการเกาะติดกันสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 และ 0.86 ตามลำดับ เมื่อมีการเพิ่มปริมาณน้ำแข็งสูงขึ้นที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็ง 1:0.6 จะเห็นได้ว่าค่าความเกาะติดกันมีค่าลดลง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 อธิบายได้ว่าการเพิ่มปริมาณน้ำแข็งที่สูงขึ้นในลูกชิ้นปลาสวาย ทำให้ค่าการเกาะติดกันมีค่าลดลง เนื่องจากน้ำแข็งทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ลูกชิ้นปลามีอัตราส่วนของโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ลดลง (สันตกิจ, 2544) ค่าการเกาะติดกันก็ลดลงตามลำดับ

ค่าความยืดหยุ่นของลูกชิ้นปลาทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.29 และ1.25 ตามลำดับ แต่เมื่อเทียบลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็ง 1:0.6 กับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุม จะพบว่ามีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ลูกชิ้นปลาที่มีปริมาณน้ำแข็งสูงขึ้นส่งผลให้ค่าความยืดหยุ่นต่ำลง

2. ผลของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของลูกชิ้นปลาสวายทั้ง 2 ตัวอย่างเปรียบเทียบกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุม ดังตารางที่ 2

Table 2 Sensorial Characteristics of fish ball.

Samples	Appearance	Color	Flavor	Texture	Overall liking
Control	7.40±0.51^{b}	6.93±0.59^{b}	6.87±0.64^{b}	6.20±0.41^{b}	7.20±0.41^{b}
1:0.4	7.33±0.62^{b}	7.00±0.53^{b}	6.60±0.63^{b}	7.27±0.59^{c}	7.40±0.51^{b}
1:0.6	5.87±0.64^{a}	6.07±0.59^{a}	5.07±0.70^{a}	5.60±0.51^{a}	5.40±0.51^{a}

^{a,b} Different letters in the same column are significantly different ($P\leq0.05$).

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1: 0.4 มีคะแนนสูงสุดและไม่แตกต่างกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ด้านสีพบว่า ลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1: 0.4 มีคะแนนสูงสุดและไม่แตกต่างกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยลูกชิ้นปลาสวายที่ผลิตได้จะมีสีขาวกว่าลูกชิ้นปลาสูตรควบคุม

ด้านกลิ่นพบว่า ลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1: 0.4 ไม่แตกต่างกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ได้รับคะแนนความชอบน้อยกว่า อาจเป็นผลมาจากเนื้อปลาสวายที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นปลาน้ำจืดที่เนื้อปลาจะมีกลิ่นโคลน เมื่อนำมาผลิตลูกชิ้นปลาจึงทำให้ลูกชิ้นปลาที่ผลิตได้มีกลิ่นโคลนเล็กน้อย

ด้านเนื้อสัมผัสพบว่า ลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1: 0.4 มีคะแนนสูงสุดและไม่แตกต่างกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ด้านความชอบรวมพบว่า ลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1: 0.4 มีคะแนนสูงสุดและไม่แตกต่างกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สรุป

ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวายในด้านคุณภาพทางกายภาพ พบว่าที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1:0.4 และ 1:0.6 มีค่าความขาวมากกว่า ลูกชิ้นปลาสูตรควบคุม ส่วนค่าความแข็ง ความเกาะติดกัน และค่าความยืดหยุ่นของลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1:0.4 มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันกับลูกชิ้นปลาสูตรควบคุม ด้านคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวาย โดยลูกชิ้นปลาสวายที่อัตราส่วนของเนื้อปลาสวายต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1: 0.4 ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ธเนศ อิสระมงคลพันธุ์ และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเนื้อสัตว์ของสาขาวิชาธุรกิจอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เอกสารอ้างอิง

กันภา สุขลิ้ม, สุภาพร พวงไต้, นันท์ปภัทร์ ทองคำ และศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ. 2556. ผลของสารป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนที่มีต่อคุณภาพและลูกชิ้นปลาดาบลาว. **วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ฉบับพิเศษ ครั้งที่** 5 :326-337.

จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร และ ดวงเดือน วารีวะนิช. 2559. ผลของชนิดน้ำมันที่มีต่อสมบัติของเจลโปรตีนในลูกชิ้นอิมัลชัน. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก** 9(1):1-9.

นงค์เยาว์ มณี, ผ่องใส จันทร์ศรี และ ทิพย์สุดา ต่างประโคน. 2554. **การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของปลาสวาย 4 กลุ่มประชากร**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 35/2554. สำนักวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง. 27 หน้า.

วัชรี คงรัตน์ และอรวรรณ คงพันธุ์. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลานวลจันทร์ทะเล, น. 260-273 ***ใน*** **รายงานการประชุมวิชาการประมง ประจำปี** 2558. กรมประมง

สันตกิจ นิลอุดมศักดิ์. 2544. **ผลของส่วนประกอบต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจองเกล้าธนบุรี.

สันตกิจ นิลอุดมศักดิ์ และอัมพวัน ตั๊นสกุล. 2549. ผลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังดัดแปรและไข่ขาวผงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลา. **วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี** 29(1): 17-36.

อรรณพ อิ่มศิลป์ และ ณรงค์ศักดิ์ ศิริชัยพันธุ์. 2550. **การเลี้ยงปลาโมงในกระชังที่ความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 21 หน้า.

Park, J. W. 1994. Functional protein additives in surimi gels. **Journal of Food Science** 59(3): 525-527.

ความรู้เรื่องโภชนาการ พฤติกรรมการบริโภค และภาวะโภชนาการของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา

Nutritional Knowledge, Consumption Behavior and Nutritional Status of The Blind Association of Songkhla Province

พรชัย พุทธรักษ์[1*] และ ทัศนา ศิริโชติ[1]

Pornchai puttarak[1*] and Tusana Sirichote[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ระดับความรู้เรื่องโภชนาการ พฤติกรรมการบริโภคและภาวะโภชนาการ 2) เปรียบเทียบความรู้เรื่องโภชนาการและพฤติกรรมการบริโภค กับลักษณะข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เรื่องโภชนาการ และพฤติกรรมการบริโภคของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา จำนวน 103 คน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลามีความรู้เรื่องโภชนาการอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 63.1 มีพฤติกรรมการบริโภคโดยรวมอยู่ในระดับดี ร้อยละ 72.8 และมีภาวะโภชนาการเกินมาตรฐาน ร้อยละ 45.6 2) ผู้พิการทางสายตาที่มีรายได้ต่อเดือน แหล่งความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการที่ได้รับ และโรคประจำตัวต่างกัน มีความรู้เรื่องโภชนาการและพฤติกรรมการบริโภคแตกต่างกัน และ 3) ความรู้เรื่องโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (r = .45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ABSTRACT

This research was aim to study 1) the level of nutrition knowledge, consumption behavior and nutritional status 2) comparison nutrition knowledge and consumption behavior with personal characteristics 3) correlation between nutrition knowledge and consumption behavior of 103 blinds at the Blind association of Songkhla Province. The questionnaire was used for collecting data. The results showed that 1) 63.1% of blinds had a good at nutrition knowledge and 72.8% of subjective had a good at consumption behavior. In addition, the overweight blinds were found to be 45.6%. 2) Differences in monthly salary, learning source for food and nutrition and chronic diseases were observed. This might result in different nutrition knowledge and consumption behavior. 3) The nutrition knowledge correlated with consumption behavior at moderate level (r = .45) at .01 level of significance.

Key Words: Nutritional Knowledge, Consumption Behavior, Nutritional Status, The Blind

* Corresponding author; e-mail address: Chaitarak414@gmail.com

[1] โปรแกรมวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000

[1] Home Economics Program, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla 90000

คำนำ

ปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการมุ่งมั่นดำเนินงานการจัดการศึกษาผู้พิการตามอนุสัญญา CRPD ซึ่งเป็นกฎหมายสิทธิมนุษยชนระหว่างประเทศร่วมกับหน่วยงานต่างๆ (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข, 2554) เพื่อให้การศึกษากับผู้พิการทั้งทางด้านวิชาชีพและวิชาการ ให้เขาได้มีความรู้และทักษะในการที่จะนำไปประกอบอาชีพ สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ในอนาคต ดังจะเห็นได้จากการจัดตั้งสมาคมคนพิการในรูปแบบต่างๆ ขึ้น โดยเฉพาะสมาคมผู้พิการทางสายตา จากการได้สัมผัสกับการใช้ชีวิตของนักศึกษาที่พิการทางสายตา ทำให้ทราบถึงชีวิตความเป็นอยู่แบบพึ่งพาตนเองของผู้พิการทางสายตาที่ต้องอาศัยอยู่เพียงลำพังตามหอพัก หรือพักอาศัยอยู่กับเพื่อนที่พิการทางสายตาด้วยกัน สิ่งสำคัญที่สังคมมองข้ามคือการบริโภคอาหารของผู้พิการทางสายตา เนื่องจากผู้พิการทางสายตาไม่มีโอกาสที่จะเลือกรับประทานอาหารเองได้ จำเป็นต้องพึ่งพาอาหารสำเร็จรูปจากร้านสะดวกซื้อหรือร้านค้าประจำ ซึ่งอาหารส่วนใหญ่มักจะเป็นอาหารกึ่งสำเร็จรูปประเภทแป้งและน้ำตาล อีกทั้งผู้พิการทางสายตายังไม่สามารถเข้าถึงสื่อที่ทำให้เขาได้เรียนรู้ และตระหนักถึงความสำคัญของอาหารและโภชนาการอย่างเพียงพอและเหมาะสมกับสุขภาพของตน

อาหารและโภชนาการมีความสำคัญต่อสุขภาพ โดยเฉพาะโรคที่เป็นภาระสุขภาพลำดับต้นๆ ที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดสมอง โรคหัวใจขาดเลือด และโรคมะเร็ง ล้วนเกี่ยวข้องกับอาหารและโภชนาการ การได้รับอาหารที่ไม่เหมาะสมและภาวะโภชนาการที่ไม่ดี สามารถบั่นทอนปีสุขภาวะของประชาชนไทยลดลงร้อยละ 28 และภาวะทุพโภชนาการยังทำให้เกิดการเจ็บป่วยส่งผลให้สมรรถภาพในการทำงานลดลง และอาจมีผลกระทบต่อผลผลิตมวลรวมของประเทศชาติได้ถึงร้อยละ 2-3 ปัญหาโภชนาการขาดและโภชนาการเกินที่กล่าวมาข้างต้นล้วนเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ต้องรีบแก้ไข เพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพและศักยภาพด้านสติปัญญาของทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ หนึ่งในมาตรการป้องกันคือการเฝ้าระวังการเติบโตของเด็กและภาวะโภชนาการของประชาชนทุกกลุ่มอายุเพื่อให้มีภาวะโภชนาการดี และเพื่อค้นหาผู้ที่มีภาวะเสี่ยง (ลัดดา เหมาะสุวรรณ และคณะ, 2555) ภาวะโภชนาการเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงความเจ็บป่วยหรือความสมบูรณ์ด้านสุขภาพและชีวิตของคนที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหาร บุคคลหรือชนกลุ่มใดจะมีสุขภาพดีหรือไม่ดีสามารถวินิจฉัยได้จากภาวะโภชนาการของบุคคลนั้นๆ ผู้ที่ได้รับอาหารในปริมาณที่เพียงพอถูกหลักโภชนาการและมีร่างกายที่มีระบบการดูดซึมการใช้สารอาหารเป็นปกติจะเป็นผู้ที่มีภาวะโภชนาการดี ในทางตรงกันข้ามถ้าบริโภคอาหารไม่ได้สัดส่วน มากหรือน้อยเกินไปจะทำให้มีภาวะโภชนาการที่ไม่ดี (สุมิตรา มาเมือง, 2545)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษา “ความรู้เรื่องโภชนาการ พฤติกรรมการบริโภคและภาวะโภชนาการของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา” เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางให้กับหน่วยงานและบุคคลที่เกี่ยวข้องกับผู้พิการ รวมถึงผู้พิการทางสายตาได้ตระหนักถึงความสำคัญของการบริโภคอาหารและภาวะโภชนาการที่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้พิการทางสายตาได้รับสิทธิความเสมอภาค และมีโอกาสได้รับการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีเท่าเทียมกับบุคคลทั่วไป

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้เรื่องโภชนาการ พฤติกรรมการบริโภคและภาวะโภชนาการของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา เปรียบเทียบความรู้เรื่องโภชนาการและพฤติกรรมการบริโภคกับลักษณะข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เรื่องโภชนาการและพฤติกรรมการบริโภคของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรคือ ผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอด จังหวัดสงขลา จำนวน 135 คน ผู้วิจัยใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตาราง Determining Sampling Size From a Given Population ของ Krejcie and Morgan (1970 อ้างใน สุภาพ, 2550) ได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนในการทำวิจัยครั้งนี้ จำนวน 103 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ประกอบด้วย 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ (Check List) และแบบสอบถามปลายเปิด (Open-ended) จำนวน 16 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบ (Test) แบบถูกผิด (True/False) ความรู้เรื่องโภชนาการ ผู้วิจัยได้ศึกษาพัฒนาจากแบบสอบถามงานวิจัยของ วสุ งุ่ยส่องแสง (2552) และศุภลักษณ์ ทองนุ่น (2552) จำนวน 20 ข้อ

ตอนที่ 3 พฤติกรรมการบริโภคอาหาร มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ (Rating Scale) ตามแนวคิดของลิเคิร์ท (Likert's scale) จำนวน 20 ข้อ

การทดสอบเครื่องมือ

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามจากการศึกษาจากเอกสารตำรา ทฤษฎี แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำแบบสอบถามที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับผู้พิการทางสายตาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นที่ระดับ .79 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์จากผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลาตามที่กำหนดไว้ในกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้เรื่องโภชนาการ วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. ประเมินภาวะโภชนาการโดยการวัดสัดส่วนของร่างกายที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการเจริญเติบโตของร่างกายและการหาปริมาณไขมัน ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง เพื่อใช้คำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) แปลผลคะแนน ออกเป็น 3 ระดับ คือ ภาวะโภชนาการต่ำกว่ามาตรฐาน (ค่า BMI < 18.5) ภาวะโภชนาการมาตรฐาน (ค่า BMI ระหว่าง 18.5 - 22.99) และภาวะโภชนาการเกินมาตรฐาน (ค่า BMI ≥ 23.0)

3. เปรียบเทียบความรู้เรื่องโภชนาการ และพฤติกรรมการบริโภคกับข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา โดยวิธีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติวิเคราะห์ t-test (สำหรับ 2 กลุ่ม) และใช้สถิติวิเคราะห์ F-test (สำหรับ 3 กลุ่มขึ้นไป) โดยวิธีของ Scheffe' เพื่อเปรียบเทียบรายคู่

4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เรื่องโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิจัยความรู้เรื่องโภชนาการ พฤติกรรมการบริโภค และภาวะโภชนาการของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลาแบ่งออกเป็น 7 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของผู้พิการทางสายตา ในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา พบว่าผู้พิการทางสายตาเป็นเพศชาย ร้อยละ 51.5 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 48.5 มีอายุอยู่ในช่วง 18-32 ปี และ 33-47 ปี ในสัดส่วนที่เท่ากัน ร้อยละ 35.9 รองลงมา มีอายุ 48-62 ปี ร้อยละ 25.3 นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 57.3 และศาสนาอิสลาม ร้อยละ 42.7 มีสถานภาพโสด ร้อยละ 50.5 รองลงมาแต่งงานอยู่ด้วยกัน ร้อยละ 45.6 ประเภทของความพิการทางสายตา พบว่า มีผู้พิการทางสายตาตั้งแต่กำเนิด ร้อยละ 57.3 รองลงมาพิการจากอุบัติเหตุหรือเจ็บป่วย ร้อยละ 42.7 มีลักษณะความพิการทางสายตาแบบตาบอดสนิท ร้อยละ 59.2 รองลงมามองเห็นเลือนลาง ร้อยละ 40.8 ผู้พิการทางสายตาได้รับการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 38.8 รองลงมาได้รับการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 23.3 มัธยมศึกษาตอนปลายหรือ ปวช. ร้อยละ 14.6 มีผู้พิการทางสายตาที่ไม่ได้รับการศึกษา ร้อยละ 12.6 และมีเพียงส่วนน้อยที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี และอนุปริญญาหรือเทียบเท่า ร้อยละ 6.8 และ 3.9 ตามลำดับ

จากการศึกษาพบว่า ลักษณะการอยู่อาศัยของผู้พิการทางสายตาอาศัยอยู่กับบ้านของตัวเองหรือพ่อแม่ ร้อยละ 47.6 รองลงมาอาศัยอยู่กับหอพักของหน่วยงาน สถานศึกษาหรือที่ทำงาน ร้อยละ 26.2 อยู่บ้านเช่าหรือหอพัก อพาร์ทเม้นท์ ร้อยละ 24.3 และมีเพียงร้อยละ 1.9 ที่อาศัยอยู่กับญาติพี่น้อง บุคคลที่คอยจัดเตรียมอาหารให้รับประทานพบว่า เป็นบิดามารดา ร้อยละ 21.4 รองลงมาเป็นสามีหรือภรรยา ร้อยละ 16.5 ผู้พิการทางสายตาปรุงอาหารรับประทานเอง ร้อยละ 15.5 หน่วยงานหรือสถานศึกษาจัดให้ ร้อยละ 14.6 และสั่งซื้อจากร้านประจำหรือฝากคนขับรถมอเตอร์ไซรับจ้างซื้อให้รับประทาน ร้อยละ 12.6 ส่วนที่เหลือให้ญาติพี่น้องหรือลูก จัดหาอาหารให้ ร้อยละ 11.7 และมีเพียงส่วนน้อยที่มีเพื่อนช่วยซื้อให้รับประทาน ร้อยละ 7.8

ผู้พิการทางสายตาประกอบอาชีพนวดแผนไทย ร้อยละ 58.3 รองลงมาเป็นนักเรียนนักศึกษา ร้อยละ 14.6 ไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 12.6 มีอาชีพขายสลากกินแบ่งรัฐบาล ร้อยละ 11.7 และประกอบอาชีพครูสอนคนตาบอด ร้อยละ 2.9 รายได้ต่อเดือนของครอบครัวผู้พิการทางสายตา พบว่า มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 59.2 รองลงมามีรายได้ 10,000-15,000 บาท ร้อยละ 24.3 ส่วนรายได้ต่อเดือนของผู้พิการทางสายตาพบว่าไม่มีรายได้หรือมีรายได้ต่ำกว่า 3,000 บาท ร้อยละ 33.0 รองลงมามีรายได้ 7,001 บาทขึ้นไป ร้อยละ 28.2 มีรายได้ 3,000-4,000 บาท ร้อยละ 14.6 และมีรายได้ 4,001-5,000 บาท ร้อยละ 10.7

ผู้พิการทางสายตาได้รับความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการจากการฟังรายการวิทยุโทรทัศน์ ร้อยละ 32.0 รองลงมาได้รับความรู้จากบุคลาการทางการแพทย์ ร้อยละ 22.3 จากการเรียนการสอน ร้อยละ 19.4 จากอินเตอร์เน็ต ร้อยละ 4.9 จากเพื่อน ร้อยละ 1.0 และไม่เคยได้รับความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการ ร้อยละ 20.4

และจากการศึกษาพบว่า ผู้พิการทางสายตาไม่มีโรคประจำตัวที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ ร้อยละ 65.0 และมีโรคประจำตัว ร้อยละ 35.0 ซึ่งจะเป็นโรค เบาหวาน ความดัน ภูมิแพ้ โลหิตจาง โรคกระเพาะ และโรคไทรอยด์

ตอนที่ 2 ผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา มีความรู้เรื่องโภชนาการอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 63.1 รองลงมามีความรู้อยู่ในระดับดี ร้อยละ 18.4 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 8.7 อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 6.9 และมีความรู้เรื่องโภชนาการอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 2.9 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผู้พิการทางสายตามีความรู้เรื่องโภชนาการสูงที่สุด 3 อันดับแรกคือ ประเด็นปลาเล็กปลาน้อยมีแคลเซียมสูงทำให้กระดูกและฟันแข็งแรง มีผู้ตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 96.1 รองลงมาประเด็น ควรรับประทานผักและผลไม้ทุกมื้อให้หลากหลายเพื่อให้ได้วิตามินและเกลือแร่ครบถ้วน และประเด็น นม ไข่ เนื้อสัตว์ต่างๆ ถั่วเมล็ดแห้งช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตแข็งแรง และช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ มีผู้ตอบถูกในสัดส่วนที่เท่ากันคิดเป็นร้อยละ 95.1 และมีประเด็น การรับประทานผลิตภัณฑ์จากข้าวและธัญพืชมากเกินความต้องการของร่างกายจะไม่เสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน กับประเด็นการรับประทานอาหารซ้ำๆ เป็นประจำจะไม่เสียงต่อการเป็นโรคขาดสารอาหาร มีผู้ตอบถูกน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.4 และ 58.3 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 พฤติกรรมการบริโภคของผู้พิการทางสายตา ในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา พบว่าผู้พิการทางสายตามีพฤติกรรมการบริโภคอยู่ในระดับดี ร้อยละ 72.8 รองลงมาอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 17.5 อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 7.8 และมีพฤติกรรมการบริโภคอยู่ในระดับต้องปรับปรุง ร้อยละ 1.9

ตอนที่ 4 ผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลามีภาวะโภชนาการเกินมาตรฐานร้อยละ 45.6 (ค่า BMI ≥ 23.0) รองลงมามีภาวะโภชนาการอยู่ในระดับมาตรฐาน ร้อยละ 42.7 (ค่า BMI ระหว่าง 18.5 - 22.99) และมีภาวะโภชนาการต่ำกว่ามาตรฐาน ร้อยละ 11.7 (ค่า BMI < 18.5)

ตอนที่ 5 ผู้พิการทางสายตาที่มีศาสนา รายได้ โรคประจำตัว ความรู้เรื่องโภชนาการ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครอบครัว และแหล่งความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการที่ได้รับต่างกัน มีความรู้เรื่องโภชนาการโดยรวมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 6 ผู้พิการทางสายตาที่มีอายุ สถานภาพสมรส อาชีพ รายได้ แหล่งความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการ และการมีโรคประจำตัวต่างกัน มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ผู้พิการทางสายตาที่มีอายุตั้งแต่ 33 ปีขึ้นไป มีพฤติกรรมการบริโภคดีกว่าผู้พิการทางสายตาที่มีอายุน้อยกว่า 33 ปี ผู้พิการที่มีสถานภาพสมรสเป็นหม้ายหรือหย่าร้าง มีพฤติกรรมการบริโภคดีกว่าผู้พิการที่มีสถานภาพโสด ผู้พิการที่มีอาชีพนวดแผนไทย มีพฤติกรรมการบริโภคดีกว่าผู้พิการที่เป็นนักเรียนนักศึกษา และไม่ได้ประกอบอาชีพ ผู้พิการที่มีรายได้ตั้งแต่ 5,000 บาทขึ้นไป มีพฤติกรรมการบริโภคดีกว่าผู้พิการที่มีรายได้น้อยกว่า 3,000 บาท ผู้พิการที่ได้รับความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการจากเพื่อนหรือบุคลากรทางการแพทย์มีพฤติกรรมการบริโภคดีกว่าผู้พิการที่ไม่เคยได้รับความรู้ และผู้พิการที่มีโรคประจำตัว มีพฤติกรรมการบริโภคดีกว่าผู้พิการที่ไม่มีโรคประจำตัว

ตอนที่ 7 ความรู้เรื่องโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง (r=.45) กล่าวคือ ผู้พิการทางสายตาที่ความรู้เรื่องโภชนาการดี มีแนวโน้มจะมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารอยู่ในระดับดีด้วย (Table 1)

Table 1 The relationship between knowledge about nutrition, Consumption behavior of the Blind in Songkhla Association of the Blind

Relationship among variable	Nutritional Knowledge (r)	Consumption Behavior (r)
Nutritional Knowledge	1.00	
Consumption Behavior	.45**	1.00

** $p < .01$

วิจารณ์

จากผลการวิจัยเรื่อง ความรู้เรื่องโภชนาการ พฤติกรรมการบริโภค และภาวะโภชนาการของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา มีประเด็นที่น่าสนใจ และควรนำมาอภิปรายดังนี้

ผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา มีความรู้เรื่องโภชนาการอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 63.1 สอดคล้องกับการศึกษาของ กฤติน ชุมแก้ว (2555) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุในจังหวัดสงขลา ที่พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีความรู้และทัศนคติการบริโภคอาหารอยู่ในระดับดี แต่ในการวิจัยครั้งนี้ยังมีบางประเด็นที่ยังมีผู้ตอบถูกน้อยที่สุด ได้แก่ประเด็น การรับประทานผลิตภัณฑ์จากข้าวและธัญพืชมากเกินความต้องการของร่างกาย จะไม่เสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน แสดงให้เห็นว่ายังมีผู้พิการทางสายตาบางส่วนยังเข้าใจผิด คิดว่าการรับประทานข้าวและธัญพืชมากจะส่งผลดีต่อสุขภาพ เป็นประเด็นที่ควรจะต้องมีการให้ความรู้แก่ผู้พิการทางสายตาเพิ่มเติม เพื่อปรับเปลี่ยนความรู้ให้ถูกต้อง เป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารให้ดีต่อไป

ผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลามีพฤติกรรมการบริโภคอยู่ในระดับดี ร้อยละ 72.8 สอดคล้องกับ ชื่นกมล ธูสรานนท์ (2553) ที่ได้ศึกษาการบริโภคอาหารของนักจัดรายการวิทยุ ที่พบว่ามีพฤติกรรมการบริโภคอาหารอยู่ในระดับดี ร้อยละ 72.50 แต่ในผลการวิจัยครั้งนี้ยังมีบางประเด็นที่มีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการบริโภคอยู่ในระดับพอใช้ เช่น ประเด็นกินข้าวสลับกับอาหารประเภทแป้งเป็นบางมื้อ ประเด็นดื่มน้ำชา กาแฟ และประเด็นดื่มนมอย่างน้อยวันละ 1 แก้ว ซึ่งยังเป็นพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่ถูกต้อง จึงควรให้ความรู้เพื่อให้ผู้พิการได้ตระหนักถึงความถูกต้อง และใช้เป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคที่ดีต่อไป

ผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา มีภาวะโภชนาการอยู่ในระดับมาตรฐาน ร้อยละ 42.7 สอดคล้องกับการศึกษาของ ชื่นกมล ธูสรานนท์ (2553) ได้ศึกษาภาวะโภชนาการของนักจัดรายการวิทยุ และพบว่านักจัดรายการวิทยุมีภาวะโภชนาการอยู่ในระดับมาตรฐานร้อยละ 55.0 แต่ยังมีผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลามีภาวะโภชนาการเกินมาตรฐาน ร้อยละ 45.6 และภาวะโภชนาการต่ำกว่ามาตรฐานร้อยละ 11.7 แสดงให้เห็นว่ายังมีผู้พิการทางสายตามากกว่าครึ่ง มีภาวะโภชนาการไม่ดี กล่าวคือมีภาวะโภชนาการเกินและต่ำกว่ามาตรฐาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้พิการทางสายตา ไม่ค่อยได้ออกกำลังกาย เนื่องจากไม่สามารถทำกิจกรรมอื่นที่ต้องใช้พื้นที่ในการทำกิจกรรม ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วถึงเวลารับประทานอาหารก็จะมีคนจัดอาหารไว้ให้รับประทาน ประกอบกับมีผู้พิการทางสายตาถึงร้อยละ 39.8 มีพฤติกรรมดื่มน้ำชากาแฟเป็นประจำ โดยเฉพาะชาหรือกาแฟเย็นที่ใส่นมและน้ำตาล จึงอาจเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้มีภาวะโภชนาการเกินมาตรฐาน

ผู้พิการทางสายตาที่มีการนับถือศาสนา รายได้ต่อเดือนของผู้พิการทางสายตา และการมีโรคประจำตัวต่างกัน มีความรู้เรื่องโภชนาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับระดับ .05 และผู้พิการทางสายตาที่มีการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครอบครัว และแหล่งความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการที่ได้รับ มีความรู้เรื่องโภชนาการโดยรวมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าผู้พิการทางสายตาที่มีโรคประจำตัว จะมีความรู้เรื่องโภชนาการดีกว่าผู้ที่ไม่มีโรคประจำตัว เป็นเพราะผู้พิการทางสายตาที่มีโรคประจำตัว มีโอกาสได้รับความรู้เรื่องโภชนาการจากบุคลากรทางการแพทย์ สอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่าผู้พิการทางสายตาที่ได้รับการศึกษา และมีแหล่งความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการที่ได้รับจากการเรียนการสอน รายการวิทยุโทรทัศน์หรืออินเตอร์เน็ต และจากเพื่อนหรือบุคลากรทางการแพทย์จะมีความรู้เรื่องโภชนาการดีกว่าผู้พิการทางสายตาที่ไม่ได้รับการศึกษา และไม่เคยได้รับความรู้เรื่องโภชนาการ

ผู้พิการทางสายตาที่มีอาชีพต่างกัน มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ผู้พิการทางสายตาที่มี อายุ สถานภาพสมรส รายได้ต่อเดือนของผู้พิการทางสายตา และแหล่งความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการที่ได้รับต่างกัน มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้พิการทางสายตาที่มีโรคประจำตัวต่างกัน มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่าความรู้เรื่องโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคของผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา มีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ถ้าผู้พิการทางสายตามีความรู้เรื่องโภชนาการดี มีแนวโน้มจะมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารอยู่ในระดับดีด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่าผู้พิการทางสายตาที่มีโรคประจำตัวจะได้รับความรู้เรื่องโภชนาการจากเพื่อนหรือบุคลากรทางการแพทย์ จึงอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีพฤติกรรมการบริโภคที่ดีกว่าผู้พิการทางสายตาที่ไม่เคยได้รับความรู้เรื่องโภชนาการ

ความรู้เรื่องโภชนาการกับพฤติกรรมการบริโภคของผู้พิการทางสายตา ในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง (r=.45) กล่าวคือ ผู้พิการทางสายตาที่ความรู้เรื่องโภชนาการดีมีแนวโน้มจะมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารอยู่ในระดับดีด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ กฤติน ชุมแก้ว (2555) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุในจังหวัดสงขลา ที่พบว่า ความรู้และพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุในจังหวัดสงขลามีความสัมพันธ์กันเชิงบวก

สรุป

ผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลามีความรู้เรื่องโภชนาการอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 63.1 มีพฤติกรรมการบริโภคโดยรวมอยู่ในระดับดี ร้อยละ 72.8 และมีภาวะโภชนาการเกินมาตรฐานร้อยละ 45.6 รองลงมามีภาวะโภชนาการอยู่ในระดับมาตรฐาน ร้อยละ 42.7 และมีภาวะโภชนาการต่ำกว่ามาตรฐาน ร้อยละ 11.7 ผู้พิการทางสายตาที่มีศาสนา ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครอบครัว รายได้ต่อเดือน แหล่งความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการที่ได้รับ และโรคประจำตัวต่างกัน มีความรู้เรื่องโภชนาการแตกต่างกัน ผู้พิการทางสายตาที่มี อายุ สถานภาพสมรส อาชีพ รายได้ต่อเดือน แหล่งความรู้เรื่องอาหารและโภชนาการที่ได้รับ และโรคประจำตัวต่างกัน มีพฤติกรรมการบริโภคแตกต่างกัน และความรู้เรื่องโภชนาการ กับพฤติกรรมการบริโภคของผู้พิการทางสายตามีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (r = .45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้คือ ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมสุขภาพของผู้พิการทางสายตาเพิ่มเติม โดยใช้เครื่องมือและเทคนิคในการรวบรวมข้อมูลแบบอื่นๆ ที่มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น การสังเกตการณ์ประกอบการใช้แบบสัมภาษณ์ และการตรวจสุขภาพทางคลินิก เพราะจะทำให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกที่น่าสนใจยิ่งขึ้น และควรมีหน่วยงานเข้าไปให้ความรู้เรื่องโภชนาการ จัดทำสื่อการเรียนรู้ให้กับผู้พิการทางสายตาตามสถานที่ต่างๆ เช่น ในโรงเรียนสอนคนตาบอด สมาคมคนตาบอดและร้านนวดแผนโบราณ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคของผู้พิการทางสายตาให้มีภาวะโภชนาการที่ดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้พิการทางสายตาในสมาคมคนตาบอดจังหวัดสงขลาทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวมรวมข้อมูลในการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กฤติน ชุมแก้ว. 2555. **ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุในจังหวัดสงขลา**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคหกรรมศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชื่นกมล ธูสรานนท์. 2553. **ความรู้ด้านอาหารและโภชนาการ การบริโภคอาหาร และภาวะโภชนาการของนักจัดรายการวิทยุ**. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโภชนศาสตรศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลัดดา เหมาะสุวรรณ และ อุไรพร จิตต์แจ้ง. 2555. **คู่มือเครื่องชี้วัดทางโภชนาการและโรคที่เกี่ยวข้อง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพมหานคร.

วสุ งุ่ยส่องแสง. 2552. **ความรู้ด้านอาหารและโภชนาการ การบริโภคอาหาร และภาวะโภชนาการของบุคลากรทางสุขภาพ**. สาขาวิชาโภชนศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข. 2554. **บทบาทภาครัฐเพื่อการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ**. นนทบุรี: สามเจริญพาณิชย์ (กรุงเทพ) จำกัด.

สุมิตรา มาเมือง. 2545. ***ภาวะโภชนาการและพฤติกรรมการฉันภัตตาหารของพระสังฆาธิการที่ศึกษาอยู่ที่หาวิทยาลัยเชียงใหม่วิทยาเขตเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่***. การค้นคว้าอิสระ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุภาพ ฉัตราภรณ์. 2550. Table for Determining Sampling Size from a Given Population. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 180591 ระเบียบวิธีวิจัยทางคหกรรมศาสตรศึกษา**. ภาควิชาอาชีวศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัดสำเนา) อ้างถึง Krejcie, R. V. and D. W. Morgan. 1970. **Educational and Psychological Measurement**. 30: 607-610.

ศุภลักษณ์ ทองนุ่น. 2552. **การศึกษาความรู้ทางโภชนาการ พฤติกรรมการบริโภคอาหารและภาวะโภชนาการของ บุคลากรในโรงพยาบาลกล้วยน้ำไทย กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

อิทธิพลของวัตถุดิบต่อคุณภาพทางกายภาพของน้ำพริกลงเรือ
Effect of Ingredients to the Physical Quality of Nam Prig Long Rua

วรงค์ ภู่ระหงษ์[1] มาริษา ภู่ภิญโญกุล[1*] และ วิชชา ตรีสุวรรณ[2]
Warong Purahong[1], Marisa Phupinyokul[1*] and Witcha Treesuwan[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนวัตถุดิบต่อคุณภาพทางกายภาพของน้ำพริกลงเรือ โดยศึกษาการเปลี่ยนชนิดวัตถุดิบ กะปิ (กะปิไม่ได้เผา และกะปิเผา) พริก (พริกขี้หนูแดง พริกขี้หนูสวนแดง และพริกแห้งจินดากับพริกชี้ฟ้าเหลือง) กระเทียม (กระเทียมจีน กระเทียมไทย และกระเทียมโทนดอง) และน้ำมัน (น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันหมู) ทำการวิเคราะห์ความแน่นเนื้อ ความแข็ง ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าสี (L*, a*, b*) แต่ละขั้นตอนของการทำน้ำพริก ชนิดของกะปิ และน้ำมันเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี T-test ในขณะที่ชนิดของพริก และกระเทียมใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ จากผลการทดลองพบว่า 1) ชนิดของกะปิ ให้ค่าความแน่นเนื้อที่ไม่แตกต่างกัน แต่น้ำพริกที่ทำจากกะปิเผาให้ค่าความแข็งมากกว่า ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่า a_w, L*, a* และ b* น้ำพริกที่ทำจากกะปิไม่ได้เผามีค่ามากที่สุด ($p \leq 0.05$) 2) ชนิดของพริก พบว่า น้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูสวนแดงให้ค่าความแน่นเนื้อ และค่าความแข็งของน้ำพริกมากที่สุด ขณะที่น้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูแดง มีค่า a_w, L*, a* และ b* มากที่สุด ($p \leq 0.05$) 3) ชนิดของกระเทียม พบว่า น้ำพริกที่ทำจากกระเทียมไทยให้ค่าความแข็งมากที่สุด ($p \leq 0.05$) แต่น้ำพริกที่ทำจากกระเทียมจีน มีค่า a_w, L*, a* และ b* มากที่สุด ($p \leq 0.05$) 4) ชนิดของน้ำมัน พบว่า น้ำพริกที่ทำจากน้ำมันถั่วเหลือง มีค่า a* มากที่สุด ($p \leq 0.05$) ในขณะที่น้ำพริกที่ทำจากน้ำมันหมู มีค่า b* มากที่สุด ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้คุณลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นเพื่อให้ได้น้ำพริกลงเรือที่มีคุณภาพทางกายภาพที่ดี ควรใช้ กะปิเผา พริกขี้หนูสวนแดง กระเทียมไทย และน้ำมันถั่วเหลือง

ABSTRACT

The purposes of this research were to study the effect of changing ingredients on the physical quality of Nam Prig Long Rua (Nam Prig). A study changed the types of shrimp paste (shrimp paste and shrimp paste burned), chili (red chili, Thai red chili, and combination of dried chili with yellow spur chili), garlic (Chinese garlic, Thai garlic and pickled garlic), and oil (soybean oil and lard oil) on texture (firmness and hardness), water activity (a_w) and color value (L*, a*, b*) in the procedures of making Nam Prig. The types of shrimp paste and oil were analyzed by the T-test, whereas the types of chili and garlic was analyzed by completely randomized design (CRD). The results of changing ingredients showed that 1) types of shrimp paste; the firmness not different, but the hardness from shrimp paste burned was more than ($p \leq 0.05$), whereas the value of a_w, L*, a* and b* from shrimp paste was more than ($p \leq 0.05$). 2) types of chili; the firmness and hardness of making Nam Prig using Thai red chili were highest, whereas using red chili has a_w, L*, a* and b* highest significant ($p \leq 0.05$). 3) types of garlic; Thai garlic was found to had the hardness highest ($p \leq 0.05$), however the result of making Nam Prig using Chinese garlic have a_w, L*, a* and b* highest ($p \leq 0.05$), 4) types of oil; the a* from soybean oil has more than ($p \leq 0.05$), whereas the b* from lard was higher than the other. The other parameter are not different ($p > 0.05$). Therefore, the high physical quality of Nam Prig Long Rua should be use shrimp paste burned, Thai red chili, Thai garlic and soybean oil.

Key Words: Thai food, Nam Prig Long Rua, Thai herbs and spices

*Corresponding Author; E-mail address: agrmsp@ku.ac.th

[1]สาขาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Food and Nutrition Program, Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University Bangkok, 10900
[2]ฝ่ายโภชนาการและสุขภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2]Nutrition and Health, Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University Bangkok, 10900

คำนำ

น้ำพริก ความหมายมาจากการปรุงด้วยการนำสมุนไพร พริก กระเทียม เครื่องเทศ มาโขลก บด รวมกัน (สถาบันอาหารตวงทิพย์, 2532) ส่วนผสมหลักของน้ำพริก คือ พริกขี้หนู กระเทียม กะปิ มะนาว น้ำพริกบางชนิดใส่น้ำปลาหรือน้ำปลาร้าแทนกะปิก็มี ใช้ของเปรี้ยวอื่นๆ เช่น มะขาม มะดัน มะม่วงแทนน้ำมะนาวก็มี แล้วเรียกชื่อต่างกันไปตามเครื่องปรุง เช่น น้ำพริกปลาร้า น้ำพริกหนุ่ม น้ำพริกมะขาม น้ำพริกมะดัน น้ำพริกมะม่วง (ราชบัณฑิตยสถาน, 2531) มีรสชาติที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกแล้วยังเป็นอาหารซึ่งประกอบไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ มีสรรพคุณทางยา ได้จากพืชผักสมุนไพรที่นำมาประกอบอาหาร (จริยา, 2551) ปัจจุบันผลิตภัณฑ์น้ำพริกสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป ได้แก่ ตลาดสด ร้านขายของชำ ร้านค้าสะดวกซื้อ ตลอดจนหาซื้อได้ตามซุปเปอร์มาร์เก็ตขนาดใหญ่ เนื่องจากน้ำพริกผลิตได้ง่ายและเป็นที่นิยมในการบริโภค พบว่ามีกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์น้ำพริกเกิดขึ้นจำนวนมาก ทั้งนี้เกิดจากการส่งเสริมและความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2552) นอกจากนี้น้ำพริกเครื่องจิ้มยังเป็นอาหารที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสุขภาพได้ง่าย ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมสำหรับอาหารหนึ่งมื้อ โดยมีปริมาณพลังงานและสัดส่วนของพลังงานจากสารอาหารหลักอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม (อัญชนีย์ และคณะ, 2548) จากการบริโภคผักซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (โอภา และคณะ, 2550)

โดยทั่วไปน้ำพริกเครื่องจิ้มจะรับประทานอาหารที่มีรสกลมกล่อม หวานนำเล็กน้อย วิธีปรุงไม่ซับซ้อน อย่างเช่น น้ำพริกลงเรือ ซึ่งเป็นการนำน้ำพริกกะปิมาผัดให้แห้ง จัดอย่างสวยงามแล้วรับประทานร่วมกับเครื่องเคียงต่างๆ เช่น หมูหวาน ไข่เค็ม ปลาดุกฟู (เสมอพร, 2549) น้ำพริกลงเรือเป็นน้ำพริกชนิดเปียก ลักษณะน้ำพริกสด มีอายุเก็บได้ประมาณ 1 วัน ถ้าเก็บในตู้เย็นเก็บได้ไม่เกิน 5 วัน ถ้าเกินกว่านี้ก็จะมีกลิ่นบูดเน่า รสชาติจะไม่อร่อย จึงนิยมตักขายแบบสด และรับประทานทันที เพราะจะได้น้ำพริกที่มีรสชาติดีอร่อย (สุพรรณิการ์, 2554) ดังนั้นการเปลี่ยนวัตถุดิบในขั้นตอนกระบวนการทำน้ำพริกลงเรือมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ แสดงให้เห็นการประกอบอาหารโดยมีการวิเคราะห์ทางกายภาพ เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาตำรับอาหาร การเลือกใช้วัตถุดิบให้มีคุณภาพในการประกอบอาหาร นำมาทำการยอมรับทางประสาทสัมผัส และ Molecular Gastronomy ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาคุณภาพของการเปลี่ยนวัตถุดิบในขั้นตอนการทำน้ำพริกลงเรือ

1.1 ศึกษาการเปลี่ยนวัตถุดิบของน้ำพริกลงเรือระหว่าง กะปิ (ยี่ห้อตราชูตราชั่ง) ที่ไม่ได้เผา กับกะปิเผา โดยเตรียมกะปิเผา ด้วยการห่อใบตอง ย่างไฟอ่อนเป็นเวลา 10 นาที และใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบ T-test ตามขั้นตอนการทำน้ำพริกลงเรือ คือ ขั้นตอนการตำ (โดยการตำพริกซอย กับกระเทียมซอย 100 ครั้ง ใส่กุ้งแห้งป่นครึ่งส่วนตำอีก 50 ครั้ง จากนั้นนำมะอึกซอยตำต่อ 150 ครั้ง และตำกะปิ กับกุ้งแห้งป่นส่วนที่เหลือต่อ 100 ครั้ง) แล้วนำไปทำขั้นตอนการปรุงรส (ผสมเครื่องปรุงรส น้ำมะนาว น้ำปลา น้ำตาลมะพร้าว) จากนั้นทำขั้นตอนการผัด (ด้วยน้ำมันถั่วเหลืองเป็นเวลา 2 นาที) ด้วยสูตรและวิธีที่ดัดแปลงจาก อบเชย (2544) แสดงดัง Table 1 นำน้ำพริกที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) และค่าความแข็ง

(Hardness) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TAXTplus ใช้บีกเกอร์ 200 มิลลิลิตร ใส่ตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร หัวใช้ทดสอบ P35 ด้วยความเร็ว (Test Speed) เท่ากับ 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทางการกด (Distance) เท่ากับ 50 มิลลิเมตร ทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ รายงานผลความแน่นเนื้อเป็นหน่วย Force ต่อวินาที (F/S^2) และความแข็งเป็นหน่วยกิโลกรัม (Kg) วิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่าปริมาณอิสระ (LabMaster-aw, Novasina) ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าสี L*, a* และ b* ด้วยเครื่องวัดสี (Spectraflash, Datacolor) ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

Table 1 Ingredients of Nam Prig Long Rua control

Ingredients	Content (g)
Shrimp paste	25
Red chili	10
Chinese garlic	10
Solanum ferox	10
Dried shrimp	13
Lime juice	30
Fish sauce	5
Coconut sugar	20
Soybean oil	15

1.2 ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำพริกลงเรือ เมื่อใช้พริก 3 ชนิด คือ พริกขี้หนูแดง พริกขี้หนูสวนแดง และพริกแห้งจินดากับพริกชี้ฟ้าเหลือง (ตลาดแฮปปี้แลนด์) โดยพริกเด็ดขั้ว ล้าง ซับให้แห้ง และผ่านการซอย จึงนำมาทำขั้นตอนและวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพตามข้อ 1.1 โดยการวางแผนการทดลองแบบ CRD

1.3 ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำพริกลงเรือ เมื่อใช้พริก 3 ชนิด คือ กระเทียมจีน กระเทียมไทย (ตลาดแฮปปี้แลนด์) และกระเทียมโทนดอง (ยี่ห้อแม่จินต์) โดยกระเทียมจีน และกระเทียมไทยปอกเปลือก ล้าง ซับให้แห้ง และกระเทียมโทนดอง ล้าง ซับให้แห้ง กระเทียมทุกชนิดผ่านการซอยทั้งหมด จึงนำมาขั้นตอนและวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพตามข้อ 1.1 โดยการวางแผนการทดลองแบบ CRD

2. ศึกษาคุณภาพระหว่างน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันหมู

ศึกษาการเปลี่ยนวัตถุดิบของน้ำพริกลงเรือระหว่างน้ำมันถั่วเหลือง (ยี่ห้อองุ่น) และน้ำมันหมู (ยี่ห้อธารทอง) ตามข้อ 1.1 ด้วยวิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบ T-test

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลสองกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Samples T-test และข้อมูลที่ได้จากหลายกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาคุณภาพของการเปลี่ยนวัตถุดิบในขั้นตอนการทำน้ำพริกลงเรือ

1.1 ผลการเปลี่ยนวัตถุดิบในขั้นตอนการทำน้ำพริกลงเรือระหว่าง กะปิที่ไม่ได้เผา และกะปิเผา แสดงดัง Table 2 พบว่า ขั้นตอนการตำ ค่าความแน่นเนื้อน้ำพริกที่ทำจากกะปิเผา มีค่าความแน่นเนื้อ (0.58±0.04 F/S^2) มากกว่าน้ำพริกที่ทำจากกะปิที่ไม่ได้เผา (0.39±0.02 F/S^2) และให้ค่าความแข็งที่มากกว่า ส่วนน้ำพริกที่ทำจากกะปิที่ไม่ได้เผา ให้ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองที่มากกว่าน้ำพริกที่ทำจากกะปิเผาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขั้นตอนการปรุงรส ค่าความแน่นเนื้อมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน (0.02±0.00 F/S^2) แต่ค่าความแข็งน้ำพริกที่ทำจากกะปิเผามีมากกว่า ส่วนน้ำพริกที่ทำจากกะปิที่ไม่ได้เผา ให้ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองที่มากกว่ากะปิเผาเช่นเดียวกับขั้นตอนการตำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และขั้นตอนการผัด ค่าความแน่นเนื้อของน้ำพริกที่ทำจากกะปิที่ไม่ได้เผา (0.05±0.01 F/S^2) และน้ำพริกที่ทำจากกะปิเผา (0.05±0.00 F/S^2) มีค่าที่ไม่แตกต่างกัน แต่น้ำพริกที่ทำจากกะปิเผาให้ค่าความแข็งที่มากกว่า ส่วนน้ำพริกที่ทำจากกะปิที่ไม่ได้เผา ให้ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองที่มากกว่าน้ำพริกที่ทำจากกะปิเผาเช่นเดียวกับขั้นตอนการตำและการปรุงรส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดัง Figure 1 ดังนั้นจึงเลือกน้ำพริกที่ทำจากกะปิเผา เพื่อทำการศึกษาต่อไป

Table 2 Physical quality in changing ingredients to firmness, hardness and water activity of shrimp paste and shrimp paste burned

Physical Quality	Shrimp paste	Shrimp paste burned
Pounding		
Firmness (F/S^2)	0.39±0.02	0.58±0.04*
Hardness (Kg)	3.96±0.09	6.91±0.42*
Water activity (a_w)	0.84±0.01*	0.74±0.00
Seasoned		
Firmness^{ns} (F/S^2)	0.02±0.00	0.02±0.00
Hardness (Kg)	0.25±0.02	0.30±0.01*
Water activity (a_w)	0.89±0.01*	0.85±0.00
Stir-Frying		
Firmness^{ns} (F/S^2)	0.05±0.01	0.05±0.00
Hardness (Kg)	0.61±0.04	0.95±0.02*
Water activity (a_w)	0.84±0.00*	0.77±0.00

* Means within the same row are significant difference ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means within the same row are not significantly difference ($p > 0.05$).

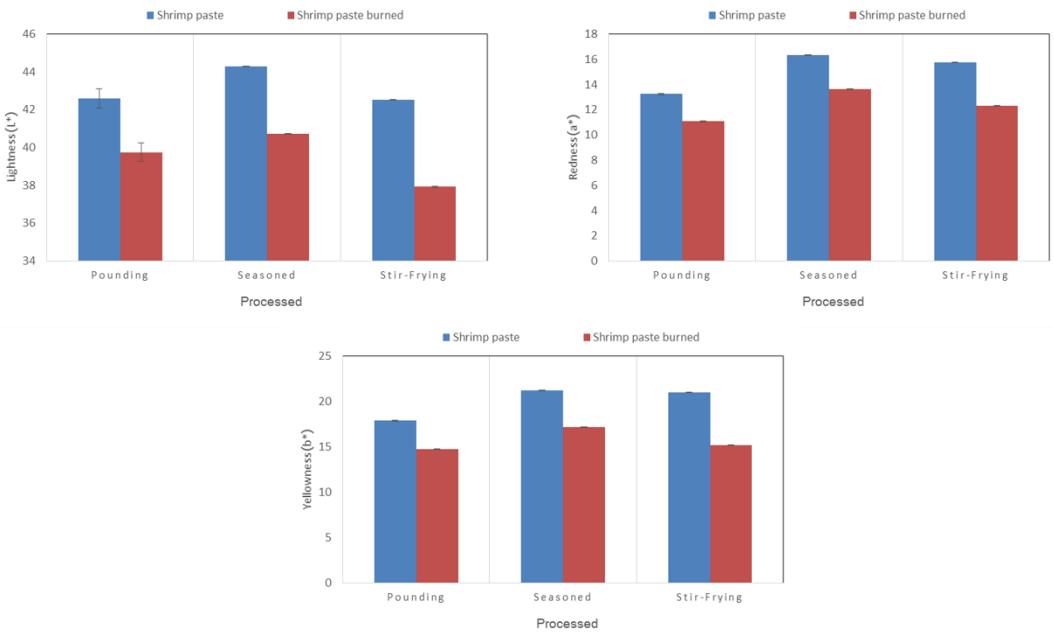


Figure 1 Physical quality in changing ingredients to Lightness (L*), Redness (a*) and Yellowness (b*) of shrimp paste and shrimp paste burned

1.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำพริกลงเรือ เมื่อใช้พริก 3 ชนิด คือ พริกขี้หนูแดง พริกขี้หนูสวนแดง และพริกแห้งจินดากับพริกชี้ฟ้าเหลือง แสดงดัง Table 3 พบว่า ขั้นตอนการตำ เนื้อสัมผัสของน้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูแดง มีค่าความแน่นเนื้อ (0.39±0.02 F/S^2) และค่าความแข็ง (3.96±0.09 Kg) มากที่สุด น้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูสวนแดง และน้ำพริกที่ทำจากพริกแห้งจินดากับพริกชี้ฟ้าเหลือง ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกัน ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีเหลือง น้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูแดงมีค่ามากที่สุด ส่วนน้ำพริกที่ทำจากพริกแห้งจินดากับพริกชี้ฟ้าเหลืองมีค่าความเป็นสีแดงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 3 Physical quality in changing ingredients to firmness, hardness and water activity of red chili, Thai red chili and dried chili with yellow spur chili

Physical Quality	Red chili	Thai red chili	Dried chili & Yellow spur chili
Pounding			
Firmness (F/S^2)	0.39±0.02^{a}	0.34±0.03^{b}	0.28±0.01^{c}
Hardness (Kg)	3.96±0.09^{a}	3.76±0.15^{b}	3.08±0.10^{c}
Water activity^{ns} (a_w)	0.84±0.01	0.84±0.01	0.85±0.00
Seasoned			
Firmness (F/S^2)	0.02±0.00^{b}	0.03±0.00^{a}	0.02±0.00^{b}
Hardness (Kg)	0.25±0.02^{b}	0.31±0.02^{a}	0.17±0.01^{c}
Water activity^{ns} (a_w)	0.89±0.01	0.89±0.00	0.89±0.00
Stir-Frying			
Firmness (F/S^2)	0.05±0.01^{b}	0.07±0.01^{a}	0.06±0.01^{a}
Hardness (Kg)	0.61±0.04^{b}	0.83±0.03^{a}	0.61±0.04^{b}
Water activity (a_w)	0.84±0.01^{a}	0.82±0.00^{b}	0.83±0.00^{c}

$^{a-c}$ Means within the same row with different letters are significant difference ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means within the same row are not significantly difference ($p > 0.05$).

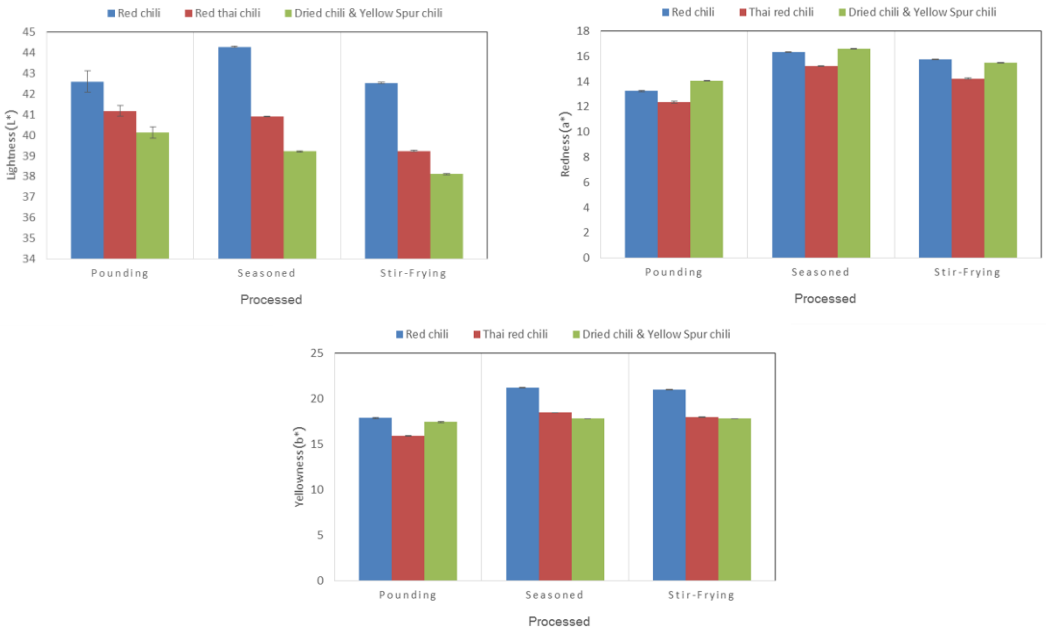


Figure 2 Physical quality in changing ingredients to Lightness (L*), Redness (a*) and Yellowness (b*) of red chili, Thai red chili and dried chili with yellow spur chili

ขั้นตอนการปรุงรส เนื้อสัมผัสของน้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูสวนแดง มีค่าความแน่นเนื้อ (0.03±0.00 F/S^2) และค่าความแข็ง (0.31±0.02 Kg) มากที่สุด ค่าปริมาณน้ำอิสระ มีค่าที่ไม่แตกต่างกัน แต่ในน้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูแดง มีค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด และค่าความเป็นสีแดงมากที่สุดเป็นของน้ำพริกที่ทำจากพริกแห้งจินดากับพริกชี้ฟ้าเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และขั้นตอนการผัด ค่าความแน่นเนื้อของน้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูสวนแดง (0.07±0.01 F/S^2) และน้ำพริกที่ทำจากพริกแห้งจินดากับพริกชี้ฟ้าเหลือง (0.06±0.01 F/S^2) มีค่ามากที่สุด และค่าความแข็งของน้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูสวนแดง (0.83±0.03 Kg) มีค่ามากที่สุด ขณะที่น้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูแดง มีค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดัง Figure 2 ดังนั้นจึงเลือกน้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูสวน เพื่อทำการศึกษาต่อไป

1.3 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำพริกลงเรือ เมื่อใช้พริก 3 ชนิด คือ กระเทียมจีน กระเทียมไทย และกระเทียมโทนดอง แสดงดัง Table 4 พบว่า ขั้นตอนการตำ น้ำพริกที่ทำจากกระเทียมจีน มีค่าความแน่นเนื้อ (0.39±0.02 F/S^2) มากที่สุด ค่าความแข็ง น้ำพริกที่ทำจากกระเทียมจีน (3.96±0.09 Kg) และน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมไทย (3.86±0.09 Kg) มีค่าความแข็งมากที่สุด ค่าปริมาณน้ำอิสระของน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมจีนและน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมไทยมีค่ามากที่สุด ส่วนค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีเหลืองน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมจีนมีค่ามากที่สุด และน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมไทยมีค่าความเป็นสีแดงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขั้นตอนการปรุงรส ค่าความแน่นเนื้อของน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมไทย (0.03±0.00 F/S^2) และน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมโทนดอง (0.03±0.01 F/S^2) มีค่ามากที่สุด เช่นเดียวกับค่าปริมาณน้ำอิสระ ส่วนค่าความแข็งของน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมไทย (0.39±0.04 Kg) มีค่าความแข็งมากที่สุด

Table 4 Physical quality in changing ingredients to firmness, hardness and water activity of Chinese garlic, Thai garlic and pickled garlic

Physical Quality	Chinese garlic	Thai garlic	Pickled garlic
Pounding			
Firmness (F/S^2)	0.39±0.02[a]	0.35±0.00[b]	0.35±0.04[b]
Hardness (Kg)	3.96±0.09[a]	3.86±0.09[a]	3.34±0.15[b]
Water activity (a_w)	0.84±0.01[a]	0.84±0.00[a]	0.81±0.01[b]
Seasoned			
Firmness (F/S^2)	0.02±0.00[b]	0.03±0.00[a]	0.03±0.01[a]
Hardness (Kg)	0.25±0.02[b]	0.39±0.04[a]	0.27±0.01[b]
Water activity (a_w)	0.89±0.01[b]	0.90±0.00[a]	0.90±0.00[a]
Stir-Frying			
Firmness (F/S^2)	0.05±0.01[b]	0.05±0.00[ab]	0.05±0.00[a]
Hardness (Kg)	0.61±0.04[c]	0.74±0.02[a]	0.66±0.06[b]
Water activity (a_w)	0.84±0.00[a]	0.82±0.01[b]	0.81±0.00[c]

[a-c] Means within the same row with different letters are significant difference ($p \leq 0.05$).

ในขณะที่น้ำพริกที่ทำจากกระเทียมจีน มีค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขั้นตอนการผัด น้ำพริกที่ทำจากกระเทียมทั้ง 3 ชนิด มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน ค่าความแข็งของน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมไทย (0.74±0.02 Kg) มีค่ามากที่สุด ในขณะที่น้ำพริกที่ทำจากกระเทียมจีน มีค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดัง Figure 3 ดังนั้นจึงเลือกน้ำพริกที่ทำจากกระเทียมไทย เพื่อศึกษาต่อไป

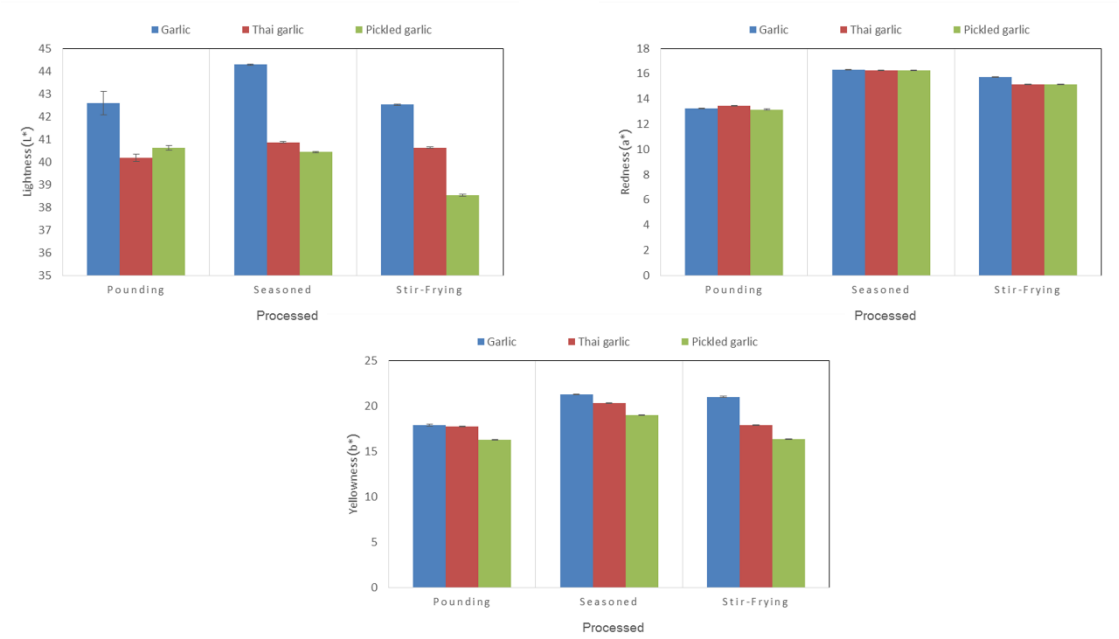


Figure 3 Physical quality in changing ingredients to Lightness (L*), Redness (a*) and Yellowness (b*) of Chinese garlic, Thai garlic and pickled garlic

2. ผลการศึกษาคุณภาพระหว่างน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันหมู

แสดงดัง Table 5 พบว่า น้ำพริกที่ทำจากน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำพริกที่ทำจากน้ำมันหมู มีค่าความแน่นเนื้อ ค่าความแข็ง ค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าความสว่างที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่น้ำพริกที่ทำจากน้ำมันหมู มีค่าความเป็นสีแดงมากกว่า และน้ำพริกที่ทำจากน้ำมันถั่วเหลืองมีค่าความเป็นสีเหลืองมากกว่า ดังนั้นสามารถเลือกได้ทั้งน้ำพริกที่ทำจากน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำพริกที่ทำจากน้ำมันหมู

Table 5 Physical quality in changing ingredients to firmness, hardness and water activity of soy bean oil and lard oil

Physical Quality	Soybean oil	Lard oil
Stir-Frying		
Firmness^{ns} (F/S^2)	0.05±0.01	0.04±0.01
Hardness^{ns} (Kg)	0.61±0.04	0.63±0.01
Water activity^{ns} (a_w)	0.84±0.00	0.84±0.01
Color Values		
- Lightness^{ns} (L*)	42.53±0.03	42.54±0.03
- Redness (a*)	15.74±0.03	16.26±0.03*
- Yellowness (b*)	21.00±0.07*	20.38±0.02

* Means within the same row are significant difference ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means within the same row are not significantly difference ($p > 0.05$).

สรุป

การเลือกใช้วัตถุดิบกับการขั้นตอนการทำน้ำพริกลงเรือ คือ กะปิเผา โดยทั้ง 3 ขั้นตอนให้ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความแข็ง ที่มากกว่า ในขณะที่มีปริมาณน้ำอิสระ และค่าสีน้อยกว่าน้ำพริกที่ทำจากกะปิที่ไม่ได้เผา น้ำพริกที่ทำจากพริกขี้หนูสวนแดง ในขั้นตอนการปรุงรส และขั้นตอนการผัดให้ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความแข็งที่สูงที่สุด น้ำพริกที่ทำจากกระเทียมไทย ในขั้นตอนการตำมีค่าความแข็ง และปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด ในขณะที่ขั้นตอนการปรุงรสและขั้นตอนการผัด ให้ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความแข็งสูงที่สุด และน้ำพริกที่ทำจากน้ำมันถั่วเหลืองให้ค่าความเป็นสีแดงมากกว่า ในขณะที่น้ำพริกที่ทำจากน้ำมันหมูให้ค่าความเป็นสีแดงมากกว่า ดังนั้นเพื่อให้ได้น้ำพริกลงเรือที่มีคุณภาพทางกายภาพที่ดี ควรใช้ กะปิเผา พริกขี้หนูสวนแดง กระเทียมไทย และน้ำมันถั่วเหลือง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขอขอบคุณสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อในการใช้ห้องปฏิบัติการในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จริยา เดชกุญชร. 2551. **อาหารไทยภาคกลาง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์เพชรการเรือน, กรุงเทพฯ.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2531. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ. ศ. 2525**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, กรุงเทพฯ.

สถาบันอาหารตวงทิพย์. 2532. **น้ำพริก...เครื่องจิ้ม**. บริษัท เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์ จำกัด,

กรุงเทพฯ.

สุพรรณิการ์ ลิขิตตระกูลรุ่ง. 2554. **พฤติกรรมผู้บริโภคน้ำพริกสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในอำเภอเมืองเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เสมอพร สังวาสี และคณะ. 2549. **Easy Thai Cooking**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ Health & Cuisine, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2552. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานอาหาร ด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค กระทรวงสาธารณสุข**. 31 ตุลาคม 2556.

อบเชย อิ่มสบาย. 2544. **อาหารไทย 4 ภาค**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อเด็ก, กรุงเทพฯ.

อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ, สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, วารุณี วารัญญานนท์, ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ, ขนิษฐา พูนผลกุล, อำพร แจ่มผล และ จีรวัฒน์ เหรียญอารีย์. 2548. **รายงานโครงการวิจัยเรื่องศักยภาพอาหารควบคุมน้ำหนักเพื่อส่งเสริมครัวไทยสู่โลก**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

โอภา วัชระคุปต์, ปรีชา บุญจูง, จันทนา บุญยะรัตน์ และ มาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2550. **สารต้านอนุมูลอิสระ Radical Scavenging Agent**. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท นิวไทยมิตรการพิมพ์ (1996) จำกัด, กรุงเทพฯ.

ปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกซื้อผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภค กรณีศึกษา ร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Marketing Factors toward the Decision to Purchase Fresh Vegetables/Fruits of Consumers Case Study: Golden Place Shop, Kasetsart University Branch

ศิตาพร สืบอักษร[1*] และ พัชราวดี ศรีบุญเรือง[1]

Sitaporn Subeaksorn[1*] and Patcharavadee Sriboonruang[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มุ่งศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภค และปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภค ผลการศึกษาพบว่า พฤติกรรมในการบริโภคผัก/ผลไม้ จำนวน 2 ครั้งต่อเดือน (ร้อยละ 32.6) เหตุผลในการเลือกซื้อ คือ คุณภาพและความสดใหม่ (ร้อยละ60.2) ค่าใช้จ่ายในการเลือกซื้อผัก/ผลไม้สดต่อบุคคลน้อยกว่า 100 บาทต่อครั้ง (ร้อยละ37.5) วิธีการชำระค่าสินค้าด้วยเงินสด (ร้อยละ 93.8) ช่วงเวลาในการซื้อมากที่สุด คือ 15.01 – 18.00 น. (ร้อยละ 41.1) ช่องทางการเปิดรับข่าวสาร คือ พบได้เอง (ร้อยละ 39.7) ผู้ใช้บริโภคจะเลือกซื้อผักอย่างเดียว (ร้อยละ38.4) นอกจากนี้ ส่วนผสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจในการซื้อผัก/ผลไม้ของผู้บริโภคโดยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.06) โดยค่าเฉลี่ยรวมด้านผลิตภัณฑ์มีค่าสูงที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.25) อยู่ในระดับมากที่สุด และน้อยที่สุดคือด้านส่งเสริมการตลาด (ค่าเฉลี่ย = 3.59) จัดอยู่ในระดับมาก

ABSTRACT

This research aims to study marketing mix factors toward the decision to purchase fresh fruits and vegetables of consumers. The result of the study found that the consumer behavior in fresh vegetables /fruits 2 times/month (32.6%) the reach was quality and fresh (60.2%) the expense to purchase fresh vegetables and fruits was less than 100 Bath/time (37.5 %) payment by cash (93.8%) time for buying was 15.01-18.00 (41.1%) media exposure was accidental by themselves (39.7%) the consumers buy only vegetable (38.4%) Moreover, the marketing mix factors toward the decision to purchase fresh vegetables and fruits overall in the very high level (mean = 4.06) and the highest mean is product (mean= 4.25) lowest was promotion (mean = 3.59) in the high level

Key words: Marketing Factors, decision, consumers, vegetables/ fruits, Golden Place Shop

***Corresponding author; e-mail address: fagrpds@ku.ac.th**

[1]ภาคส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ10900

[1]Department of Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, 50 Pahol Yothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900

คำนำ

ปัจจุบันวิถีชีวิตของประชากรไทยจะเปลี่ยนไปแม้จะเร่งรีบแต่ยังมีเทรนด์สุขภาพดีที่เป็นที่นิยมเป็นอย่างมากมาอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ทั้งการออกกำลังกายและการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์และปลอดภัยต่อสุขภาพโดยคำนึงถึงความปลอดภัยทางอาหารหรือ food safety ความปลอดภัยทางด้านอาหาร คือ การจัดการให้อาหารและสินค้าเกษตรที่นำมาเป็นอาหารบริโภคสำหรับมนุษย์มีความปลอดภัย (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2554)

สถิติการบริโภคผักและผลไม้สดของประชากรไทยพบว่ามีการบริโภคผักและผลไม้สดน้อยลง โดยเพศชายอายุ 15 ปีขึ้นไป บริโภคผักและผลไม้ประมาณ 268 กรัมต่อวัน ส่วนเพศหญิงอายุ 15 ปีขึ้นไป บริโภคผักและผลไม้ประมาณ 283 กรัมต่อวัน ละมีการบริโภคผักและผลไม้น้อยลงตามอายุโดยในกลุ่ม 80 ปีขึ้นไปบริโภคน้อยที่สุดเพียง 200 กรัมต่อวัน ซึ่งเสียงต่อโรคมะเร็งกระเพาะอาหาร โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง และโรคอ้วนเป็นต้น ปัจจุบันวิถีชีวิตของประชากรไทยเปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้พฤติกรรมการบริโภคมีแนวโน้มในการบริโภคเนื้อสัตว์โดยเฉพาะเนื้อวัวเนื้อหมูรวมทั้งเนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเช่น ไส้กรอก แฮม เบคอน และผลิตภัณฑ์อื่นๆเพิ่มมากขึ้นตามวิถีชีวิตที่เร่งรีบ การบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์แปรรูปดังกล่าวมีรายงานการวิจัยสนับสนุนมากมายว่าเป็นสาเหตุของอุบัติการณ์ของมะเร็งลำไส้และทวารหนัก (WCRF/AICR, 2557) ทั้งที่การบริโภคอาหารที่มีใบ มีใยอาหารสูงมีรายงานการวิจัยสนับสนุนมากมายว่าสามารถลดความเสี่ยงต่อมะเร็งกระเพาะอาหาร ช่องปาก คอหอย กล่องเสียงและหลอดอาหาร โรคหัวใจ และโรคหลอดเลือดสมองได้อีกด้วย (วิฐจะวะสิต, 2557)

ร้านโกลเด้น เพลซ (Golden place) เป็นร้านภายใต้การดำเนินงานของบริษัท สุวรรณชาด จำกัดในพระบรมราชูปถัมภ์ ถือเป็นต้นแบบของความปลอดภัยทางด้านอาหารที่ได้รับป้ายทองอาหารปลอดภัย Food safety เป็นแห่งแรกของประเทศไทยเป็นร้านที่ให้บริการสินค้าทางการเกษตรที่ปลอดภัยหลายรูปแบบทั้งผักและผลไม้สด เนื้อสัตว์ อาหารทะเล อาหารแปรรูปต่างๆ และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมีให้บริการทั้งหมด 10 สาขา ซึ่งสาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นหนึ่งใน 10 สาขาตั้งอยู่บริเวณอาคารส่วนสนับสนุนและอำนวยการคณะสัตวแพทยศาสตร์ชั้น 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (เว็บไซต์สุวรรณชาด, 2554)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจทำวิจัยเรื่องปัจจัยทางการตลาด ที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกซื้อผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภค กรณีศึกษาร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ เพื่อเป็นข้อมูลในการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรผลิตสินค้าเกษตรปลอดสารพิษและช่วยเป็นข้อมูลในการแนวทางให้แก่ ร้านโกลเด้น เพลซ ประกอบการวางแผนดำเนินงานและกลยุทธ์ทางการตลาดให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลต่อการเลือกซื้อผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภค กรณีศึกษาร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภค

3. เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนผสมทางการตลาด ต่อการเลือกซื้อผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภคกรณีศึกษาร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอบเขตของงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการศึกษาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภค ร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการเก็บข้อมูลจำนวน 224 คน เก็บข้อมูลในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2558

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เจ้าหน้าที่ บุคลากร นิสิตของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และบุคคลทั่วไปที่ซื้อผัก/ผลไม้สดที่ร้านโกลเด้น เพลซ สาขา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เนื่องจากไม่ทราบประชากรที่แน่นอน เนื่องจากทางร้านไม่ได้เก็บข้อมูลจำนวนผู้เข้าใช้บริการ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา จำนวน 224 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Random Sampling) จากผู้บริโภคที่ซื้อผักหรือผลไม้สดจาดร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม(Questionnaire) ปลายปิดและปลายเปิด(close-ended question and open-ended question) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Validity) ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามจากแนวคิดทฤษฎี ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกรอบแนวคิดในการวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ จากนั้นได้นำเสนอเครื่องมือต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความตรงของเนื้อหาและแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม เพื่อให้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องและสมบูรณ์โดยการนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try out) กับผู้เข้าร่วมอบรมที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ จำนวน 30 ราย ผลการทดสอบค่าความเชื่อมั่น (cronbach's alpha reliability coefficient) ของระดับการตัดสินใจในการเลือกซื้อทางด้านการตลาดเท่ากับ 0.744

ผลและวิจารณ์

ผลการวิจัยเรื่องปัจจัยทางการตลาด ที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกซื้อผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภคกรณีศึกษา ร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคผัก/ผลไม้สดของผู้บริโภค

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ระดับการตัดสินใจของข้อมูลส่วนประสมทางการตลาด

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริโภคที่ใช้บริการ ร้านโกลเด้น เพลซ

ข้อมูลปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่ใช้บริการร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ซื้อผัก/ผลไม้สด พบว่า เพศ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 155 คน (ร้อยละ 69.2) และเป็นเพศชายจำนวน 69 คน (ร้อยละ 30.8) อายุ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอายุ 18-38 ปี (ร้อยละ 71.4) รองลงมามีอายุระหว่าง 39-59 ปี (ร้อยละ 24.6) และ มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 3.6) สถานภาพ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ สถานภาพโสด (ร้อยละ 71.4) รองลงมาคือสมรส/อยู่ด้วยกัน (ร้อยละ 26.8) และ หม้าย/หย่าร้าง/แยกกันอยู่ (ร้อยละ 1.8) ระดับการศึกษา จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ มีระดับการศึกษาปริญญาตรี (ร้อยละ 75.4) รองลงมาคือปริญญาโท (ร้อยละ 17.9) ต่ำกว่าปริญญาตรี และสูงกว่าปริญญาโท (ร้อยละ 3.6 และ 3.1ตามลำดับ) อาชีพ จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็น นิสิต นักศึกษา (ร้อยละ 46.8) รองลงมาคือ รัฐวิสาหกิจ ข้าราชการ (ร้อยละ 18.8) และพนักงานบริษัท (ร้อยละ 15.2) ในส่วนของพ่อบ้าน-แม่บ้าน/อื่นๆ และธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 10.7 และ 8.5 ตามลำดับ) รายได้ จากการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ มีรายได้ ต่ำกว่า 10,000 บาท (ร้อยละ 44.2) รองลงมาคือ มีรายได้ระหว่าง 10,001-20,000 บาท (ร้อยละ 23.7) มีรายได้ระหว่าง 20,001-30,000 บาท (ร้อยละ 16.5) มีรายได้ระหว่าง 40,001 บาท ขึ้นไป และ มีรายได้ระหว่าง 30,001-40,000 บาท (ร้อยละ 8.0 และ 7.6ตามลำดับ)

พฤติกรรมการเลือกซื้อผัก/ผลไม้ของผู้บริโภค

Table 1 Number and percent of consumer divided by reason of purchasing vegetable / fruit

(n = 224)

Reason of Purchasing Vegetable/Fruit	Number	Percent
1. Price	21	9.4
2. Favor of vegetable and fruit	21	9.4
3. Variety of product	42	18.8
4. Quality and Fresh	135	60.2
5. Convenience place	5	2.2
Total	**224**	**100.0**

จากตารางที่ 1 เหตุผลในการเลือกซื้อผัก/ผลไม้ของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่ใช้บริการร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ซื้อผัก/ผลไม้สด พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีเหตุผลในการเลือกซื้อผัก/ผลไม้สด คือ คุณภาพและความสดใหม่ (ร้อยละ 60.2) รองลงมาคือ ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 18.8) และน้อยที่สุดคือ สถานที่สะดวก (ร้อยละ 2.2)

ในด้านจำนวนครั้งในการใช้บริการ พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ใช้บริการ 2 ครั้งต่อเดือน และ 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 32.6 และ 32.1 ตามลำดับ) รองลงมาใช้บริการ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 30.8) ในส่วนของการใช้บริการ 4-5 ครั้งต่อสัปดาห์ 1 ครั้งต่อเดือน มีค่าเท่ากัน (ร้อยละ 1.3) และจำนวนครั้งอื่นๆคิดเป็นร้อยละ 1.7

ค่าใช้จ่ายในการเลือกซื้อผัก/ผลไม้สดต่อบุคคล ส่วนมากผู้บริโภคมีค่าใช้จ่ายในการเลือกซื้อน้อยกว่า 100 (ร้อยละ 37.5) รองลงมามีค่าใช้จ่าย 101-200 บาท (ร้อยละ 25.4) ,ค่าใช้จ่าย 201-300 บาท (ร้อยละ 16.5) ,401-500 บาท (ร้อยละ 11.2) , 500 บาทขึ้นไป (ร้อยละ 6.3) และในส่วนของ ค่าใช้จ่าย 301-400 บาท และไม่ระบุ คิดเป็นร้อยละ 2.7 และ 0.4 ตามลำดับ ในด้านวิธีการชำระเงิน พบว่า ผู้ใช้บริการส่วนใหญ่ เลือกชำระเงินแบบเงินสด (ร้อยละ 93.8) รองลงมาเลือกชำระแบบใช้บัตรเดบิต (ร้อยละ 8.0)และสุดท้ายการชำระเงินแบบบัตรเครดิต (ร้อยละ 2.7) ช่วงเวลาในการใช้บริการมากที่สุดคือ 15.01-18.00 น. คิดเป็นร้อยละ 41.1 รองลงมาจะใช้บริการเวลา 12.01 – 15.00 น. และ 18.01-22.00 น. คิดเป็นร้อยละ 25.0 และ 21.9 ตามลำดับ และในส่วนของผู้บริโภคที่ใช้บริการเวลาก่อน 9.00 น. และ 9.01-12.00 น. คิดเป็นร้อยละ 3.6 และ 8.5 ตามลำดับ

Table 2 Number and percent of consumer divided by purchasing vegetable/fruit

(n = 224)

Purchasing Vegetable/Fruit	Number	Percent
1. Vegetable	86	38.4
2. Fruit	81	36.2
3. Vegetable and Fruit	57	25.4
Total	**224**	**100**

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเลือกซื้อผักเพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 38.4) เลือกซื้อผลไม้เพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 36.2) และเลือกซื้อทั้งผักและผลไม้ (ร้อยละ 25.4) ทั้งนี้ จากการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เลือกซื้อผัก 3 ลำดับแรกได้แก่ ผักสลัด, ผักบุ้ง และผักกาดขาว และผลไม้ 3 ลำดับแรกได้แก่ แอปเปิ้ล, ฝรั่ง และกล้วยหอม

ผู้ใช้บริการส่วนใหญ่รู้จักร้านโกลเด้น เพลซ จากการพบได้เองเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 39.70) และเดินทางผ่าน (ร้อยละ 30.40) รองลงมา รู้จักจากเพื่อนแนะนำ และประชาสัมพันธ์ (ร้อยละ 15.20 และ 13.40) ตามลำดับ และอื่นๆ (ร้อยละ 1.3)

Table 3 Mean and standard deviation of Marketing Mix Factors

(n = 224)

Marketing Mix Factors	Mean	S.D	Level of Decision
1. Overall mean of product	4.25	0.574	Very high
2. Overall mean of price	3.89	0.727	High
3. Overall mean of place	3.98	0.735	High
4. Overall mean of promotion	3.59	0.812	High
5. Overall mean of marketing mix factors	4.06	0.548	High

** Remark: mean 4.21 – 5.00= very high, mean = 3.41 – 4.20 high, mean 2.61 – 3.40 = moderate, mean 1.81 – 2.60= low, mean 1.00 – 1.80 very low*

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อระดับการตัดสินใจของผู้บริโภคร้านโกลเด้น เพลซ สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มากที่สุด ได้แก่ ค่าเฉลี่ยรวมด้านผลิตภัณฑ์ ค่าเฉลี่ย 4.25 มีระดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน ค่าเฉลี่ย 4.06 มีระดับการะดับการตัดสินใจอยู่ในระดับมาก และค่าเฉลี่ยรวมด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีค่าเฉลี่ยรวมน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.59 อยู่ในระดับมาก

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ด้านผลิตภัณฑ์ – ผัก/ผลไม้บางชนิดไม่ค่อยสด และสินค้าบางอย่างไม่เพียงพอต่อความต้องการ มีปริมาณที่น้อยเกินไป

ด้านราคา - สินค้าบางอย่างที่แพงเกินไป ปริมาณไม่เหมาะสมกับปริมาณที่จะได้รับ และความไม่ชัดเจนของป้ายราคาในสินค้าบางชนิดที่ติดป้ายราคาซ้อนกัน ทำให้ยากต่อการเลือกซื้อ

ด้านสถานที่- พื้นที่ของร้านว่ามีพื้นที่ที่เล็กเกินไป ทางเดินแคบ เคาน์เตอร์ในการชำระเงิน ไม่เพียงต่อผู้ใช้บริการทำให้ล่าช้า และที่จอดรถไม่เพียงพอ

ด้านการส่งเสริมการตลาด- ควรเปลี่ยนจากการที่ต้องบอกเลขสมาชิกของผู้ใช้บริการ เป็นการใช้บาร์โค้ด หรือ QR code แทน เพื่อง่ายต่อการใช้บริการ

วิจารณ์

จากการศึกษาข้อมูลปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือนพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เพศหญิง สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรินทร์ สีหนันทวงศ์ (2546) ได้ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษของประชาชนในเขตนครราชสีมา พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษของประชาชน ได้แก่ อายุ สถานภาพ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ความถี่ในการประกอบอาหารต่อวันจะเห็นได้ว่าจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง นั่นเพราะผู้หญิงจะมีความเป็นแม่บ้านแม่เรือนมากกว่าและเป็นคนที่เลือกซื้ออาหารสดไปประกอบอาหารมากกว่าผู้ชาย

จากการศึกษาข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคผัก/ผลไม้สดได้แก่ เหตุผลในการเลือกซื้อและค่าใช้จ่ายในการเลือกซื้อในแต่ละครั้งพบว่า เลือกซื้อเพราะความสดใหม่มากที่สุด ช่วงเวลาที่ใช้บริการคือช่วง 15.01-18.00 น. โดยมีค่าใช้จ่ายในแต่ละครั้ง น้อยกว่า 100 ร้อยบาท อาจะเป็นเพราะ ช่วงเวลาในที่เลือกใช้บริการมากที่สุดเป็นช่วงเวลาหลังจากการทำงาน หรือ หลังจากการเรียน และก่อนที่จะเดินทางกลับบ้าน โดยเลือกซื้อเพราะคำนึงถึงความสดใหม่ของสินค้า เพราะสินค้าจะได้คุณภาพไม่ส่งผลเสียต่อร่างกายหรือสุขภาพ และรสชาติดีกว่าสินค้าที่ไม่สดใหม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐพล อนันทวัธน์ (2547) ได้ศึกษาเรื่อง พฤติกรรมการเลือกซื้อผัก/ผลไม้ของบุคลากรในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พบว่า ในด้านพฤติกรรมในการเลือกซื้อผัก/ผลไม้ มีการเลือกซื้อเพราะความสดใหม่ของผัก/ผลไม้มากที่สุด ร้อยละ 97.5 และมีค่าใช้จ่ายในการซื้อแต่ละครั้งน้อยกว่า 100 บาท คิดเป็นร้อยละ 60.8

จากการศึกษาข้อมูลส่วนประสมทางการตลาดทางด้านผลิตภัณฑ์มีระดับความสำคัญมากที่สุดในเรื่องของคุณภาพของผัก/ผลไม้สด และความน่าเชื่อถือของผัก/ผลไม้สดปลอดสารพิษที่นำมาจัดจำหน่าย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้บริโภคได้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการบริโภคผักปลอดสารพิษ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฐิติมา กลิ่นสุคนธ์(2556)ได้ทำการศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษจากร้านเลมอนฟาร์มสาขาราชพฤกษ์ของผู้บริโภค ในเขตราชพฤกษ์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญคุณภาพของผัก/ผลไม้สดที่ไม่มีสารเคมีตกค้างและตรวจสอบคุณภาพอย่างสม่ำเสมอมีผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานและคุณภาพเชื่อถือได้

สรุป

ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อยู่ในอายุระหว่าง 18-38 ปี สถานภาพโสด ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีอาชีพ นิสิต/นักศึกษา มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคผัก/ผลไม้สด จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกซื้อผัก/ผลไม้สดร้านโกลเด้น เพลซ เพราะคุณภาพและความสดใหม่ ใช้บริการ2 ครั้งต่อเดือน ค่าใช้จ่ายในแต่ละครั้งน้อยกว่า 100 บาท ชำระเงินโดยเงินสด ใช้บริการเวลา 15.01-18.00 น. และผักส่วนใหญ่ที่ผู้ใช้บริการจะเลือกซื้อ 3 อันดับได้แก่ ผักสลัด, ผักบุ้ง และผักกาดขาว ส่วนผลไม้ 3 ลำดับแรก ได้แก่ แอปเปิ้ล, ฝรั่ง และกล้วยหอม ส่วนใหญ่ผู้ใช้บริการจะเลือกซื้อผักแค่อย่างเดียว ข้อมูลส่วนประสมทางการตลาด จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ ให้ความสำคัญในด้านผลิตภัณฑ์ กับคุณภาพ และความน่าเชื่อถือของผักและไม้สดที่นำมาจัดหน่าย ด้านราคาให้ความสำคัญกับ การแสดงป้ายราคาที่ชัดเจน ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ให้ความสำคัญกับความสะอาดของร้าน และการจัดวางสินค้าให้ง่ายต่อการเลือกซื้อ และในด้านการส่งเสริมการตลาดให้ความสำคัญกับการจัดกิจกรรมพิเศษต่าง ๆ ในช่วงเทศกาล และการสะสมคะแนนเพื่อเป็นส่วนลดในการซื้อสินค้า

ดังนั้น ร้านโกลเด้น เพลซ สามารถนำข้อมูลจากการวิจัยไปเป็นแนวทางในการวางแผนดำเนินงานและกลยุทธ์ทางการตลาดให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

ฐิติมา กลิ่นสุคนธ์. 2557. **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อผักปลอดสารพิษจากร้านเลมอนฟาร์มสาขาราชพฤกษ์ของผู้บริโภคในเขตราชพฤกษ์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร** (Online). http://conference.bareview.org/paper.mju;BA57170_24-02.html, 4 กันยายน 2558

ณัฐพล อนันทวัธน์. 2547. **พฤติกรรมการเลือกซื้อผักและผลไม้ของบุคลากรใน** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บริษัทสุวรรณชาด จำกัด ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2554. **ข้อมูลร้านโกลเด้น เพลซ** (Online). http://www.suvarnachad.co.th/index.php, 8 มกราคม 2558

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2554. **ความหมายของความมั่นคงทางด้านอาหาร** (Online). http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0334/food-safety, 8 มีนาคม 2558

พัชรินทร์ สีหนันทวงศ์. 2546. **พฤติกรรมการบริโภคผักปลอดสารพิษของประชาชน ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา** (Online). http://tnrr.in.th/2558/?page=result_search&record_id=295874, 4 กันยายน 2558

วิฐู จะวะสิต. 2557. **สถิติการบริโภคผักและผฃไม้สดของประชากรไทย** (Online). www.inmu.mahidol.ac.th/NCFNH/.../16-3/Symposium2.1_Aj.Sujit.pdf, 8 มีนาคม 2558

การคำนวณความต้องการปุ๋ยสำหรับคลินิกดิน

Calculation of Fertilizer Demand for Soil Clinic

อัครินทร์ ขจรกุลวณิชย์[1*] และ รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม[2]

Aukkharin khajonkulvanich[1*] and Roongroj Pitakdantham[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงคุณภาพได้ดำเนินการเพื่อพัฒนาโปรแกรมผู้เชี่ยวชาญการใช้ปุ๋ยอย่างชาญฉลาด รุ่น 1 สำหรับคลินิกดิน การเรียนรู้โดยการปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมกับเกษตรกรถูกนำมาใช้ในการศึกษาในหลายจังหวัด ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณปุ๋ยและค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยทั้งหมดสามารถคำนวณได้ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ข้อมูลความต้องการปุ๋ยของเกษตรกรแต่ละรายถูกรวบรวมและจัดเก็บได้อย่างเป็นระบบ โปรแกรมช่วยลดเวลาการทำงานของคลินิกดินที่มีเกษตรกรจิตอาสาช่วยงานได้อย่างมาก

ABSTRACT

To develop a Smart Fertilizing Expert Program version 1.0 for soil clinic, a qualitative research was carried out. The interactive learning through practical work was studied in many provinces. The results showed that total amount of fertilizer and fertilizer expense can be calculated in Microsoft excel. The data of fertilizer demand for each farmer was collected systematically. The program saved the working time for volunteers in soil clinic.

Key Words: Digital Thailand, Fertilizer Demand, Soil Clinic, Tailor-made fertilizer technology

*Corresponding author; e-mail address: **a.khajonkulvanich@gmail.com**

[1]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ10900

[1]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, 50 Pahol Yothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ10900

[2]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, 50 Pahol Yothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900

คำนำ

การวิเคราะห์ เอ็น-พี-เค ในดินอย่างรวดเร็วโดยใช้ชุดตรวจดินอย่างง่าย (NPK pH Test-Kit) ช่วยให้ชาวนาทราบระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลักของพืชที่มีอยู่ในดินก่อนการปลูกข้าว และสามารถวางแผนการใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยตนเอง มีการสนับสนุนให้เกิดเครือข่ายการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดโดยการจัดตั้งเป็นคลินิกดินในชุมชนตั้งแต่ปี 2556 เพื่อแก้ปัญหาปุ๋ยแบบเบ็ดเสร็จจุดเดียว (One Stop Service) โดยให้บริการตรวจดิน แนะนำการใช้ปุ๋ย และจำหน่ายแม่ปุ๋ย รวมทั้งเป็นแหล่งเรียนรู้ดินและปุ๋ยของชุมชน ในปี 2557 กรมส่งเสริมการเกษตรได้แนะนำแนวคิดการจัดตั้งคลินิกดินไปจัดทำโครงการศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชน 1 อำเภอ 1 แห่ง (882 แห่ง) ทั่วประเทศ ในวันที่ 30 ตุลาคม 2557 มีการจัดอบรมเรื่องปุ๋ยสั่งตัดให้แก่ชาวนาและผู้เกี่ยวข้อง ณ ต.ระแหง อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี ซึ่งเป็นหนึ่งในโครงการขับเคลื่อนเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดภาคประชาชน สำนักงานเกษตรจังหวัดได้แนะนำให้เกษตรกรรวมกลุ่มกันอย่างน้อย 20 คน เพื่อจัดตั้งเป็นศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชน ต่อมาในปี 2558 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ได้เปิดตัวแอพพลิเคชั่นปุ๋ยสั่งตัดข้าวสำหรับใช้บนสมาร์ทโฟน (ทัศนีย์ และคณะ, 2559) อย่างไรก็ตามเกษตรกรไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการปฏิบัติงานด้านการเก็บข้อมูลเท่าที่ควรและยังใช้ภาษาเขียนบันทึกข้อมูล และท้ายที่สุดเกษตรกรต้องคำนวณความต้องการแม่ปุ๋ยเคมีทั้งหมดของกลุ่มโดยใช้กระดาษทดหรือเครื่องคิดเลข ซึ่งอาจทำให้เกิดการสื่อความหมายคาดเคลื่อนและคำนวณผิดพลาดได้ (รุ่งโรจน์ และคณะ, 2559) จึงเป็นที่มาของการวิจัยสร้างโปรแกรม Excel คำนวณความต้องการแม่ปุ๋ยระดับคลินิกดินขึ้น

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรม Excel คำนวณความต้องการแม่ปุ๋ยเคมีที่ต้องใช้ของเกษตรกรรายกลุ่มขึ้นเป็นครั้งแรกของประเทศ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้กลุ่มเกษตรกรโดยทั่วไปที่มีคอมพิวเตอร์พื้นฐานและมี Microsoft Excel สามารถเข้าถึงโปรแกรมดังกล่าวได้ง่าย ทำให้กลุ่มเกษตรกรในยุคไทยแลนด์ 4.0 มีความสามารถในการแข่งขันด้านการผลิตข้าวด้วยการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสามารถจัดหาแม่ปุ๋ยเคมีได้อย่างมีระบบ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อมุ่งสู่การพัฒนาโปรแกรม Excel คำนวณความต้องการแม่ปุ๋ยเคมีให้แก่กลุ่มเกษตรกรที่ใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดในการผลิตข้าว โดยค้นหาความต้องการการใช้โปรแกรมดังกล่าวด้วยวิธีการปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมกับเกษตรกร และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในโครงการบริการวิชาการซึ่งดำเนินการรวมทั้งสิ้น 10 ครั้ง มีการสัมภาษณ์เชิงลึกโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้างในการศึกษาต้นทุนการผลิตข้าว และความพึงพอใจต่อโปรแกรม Excel คำนวณความต้องการแม่ปุ๋ยเคมี ส่วนการพัฒนาโปรแกรมมีอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก โปรแกรม Microsoft Excel หนังสือคู่มือคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้าง

ทำการศึกษาต้นทุนการผลิตของเกษตรกรที่ ต.หน้าไม้ อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี จำนวน 4 คน และ ต.ท่าช้าง อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี จำนวน 10 คน เพื่อพิจารณาแนวโน้มในการหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ต่อมาคณะวิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดจากเอกสาร โปรแกรม SimRice แอพพลิเคชั่นปุ๋ยสั่งตัด และหลักสูตรเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดของโครงการพระดาบสสัญจรครั้งที่ 107 เพื่อค้นหาโอกาสในการพัฒนาโปรแกรม Excel คำนวณความต้องการแม่ปุ๋ยเคมี จากนั้นพัฒนาโปรแกรมแล้วจึงนำโปรแกรมที่ได้ไปทดลองใช้และปรับปรุงโดยวิธีสังเกตการณ์จากการปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมกับเกษตรกรในคลินิกดินยางตลาด คลินิกดินบางระกำ เครือข่ายลุ่มเจ้าพระยาป่าสักและบุคลากรในโครงการบริการวิชาการที่มีกิจกรรมเกี่ยวข้องกับการตรวจดินและหาคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดสำหรับข้าว นำเสนอโปรแกรมต่อเกษตรกรผู้นำและผู้จัดการคลินิกดินรวมถึงผู้เกี่ยวข้องที่เข้าใจถึงความจำเป็นในการพัฒนาโปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในการหาความต้องการแม่ปุ๋ยของกลุ่มเกษตรกรและสัมภาษณ์ความพึงพอใจอย่างเฉพาะเจาะจง จำนวน 59 คน ซึ่งได้ดำเนินการตั้งแต่ 24 พฤษภาคม 2557 - 11 ธันวาคม 2559 ในจังหวัดต่างๆ รวม 10 ครั้ง ได้แก่ กาฬสินธุ์ สุรินทร์ (2 ครั้ง) พิษณุโลก ชัยภูมิ นครราชสีมา ศรีสะเกษ สระบุรี (2 ครั้ง) และปทุมธานี

ผลและวิจารณ์

จากการสำรวจต้นทุนการทำนาข้าวของชาวนา ต.หน้าไม้ อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี และ ต.ท่าช้าง อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี พบว่าต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีคิดเป็นร้อยละ 25 และ 20 ของต้นทุนรวมตามลำดับ ซึ่งทำให้มีโอกาสใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดลดต้นทุนในส่วนนี้ได้ จึงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหลักสูตรเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดของโครงการพระดาบสสัญจรครั้งที่ 107 พบว่าเกษตรกรต้องรวมกลุ่มกันในการจัดซื้อแม่ปุ๋ย เพื่อให้ได้แม่ปุ๋ยเคมีราคาถูก และพบปัญหาความไม่สะดวกในการรวบรวมความต้องการปริมาณแม่ปุ๋ยของกลุ่ม เนื่องจากโปรแกรม SimRice และ แอพพลิเคชั่นปุ๋ยสั่งตัดไม่สามารถคำนวณได้ เพราะเป็นการคำนวณความต้องการปุ๋ยของเกษตรกรรายเดียวเท่านั้น ไม่สามารถคำนวณปริมาณความต้องการแม่ปุ๋ยเคมีทั้งหมดของกลุ่มเกษตรกรได้ และยังใช้ได้เฉพาะในระบบแอนดรอยด์เท่านั้น จึงพัฒนาโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อให้กลุ่มคลินิกดินทำงานได้สะดวกรวดเร็ว คำนวณปริมาณปุ๋ยได้อย่างแม่นยำ และใช้งานง่าย โดยสามารถทำงานในโปรแกรมคำนวณพื้นฐาน เช่น Microsoft Excel จึงเกิดเป็นโปรแกรม Excel คำนวณความต้องการแม่ปุ๋ย เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลในการสั่งซื้อปุ๋ยเคมีในคราวเดียวกันสำหรับเกษตรกรหลายรายที่ร่วมกันจัดตั้งคลินิกดินขึ้น



Figure 1 The beginning of the Smart Fertilizing Expert Program at Yangtalad soil clinic

การนำโปรแกรม Excel คำนวณความต้องการแม่ปุ๋ยไปทดลองใช้ ครั้งที่ 1 งานมหกรรมตรวจดิน อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์ วันที่ 27 มกราคม 2558 (Figure 1) พบว่าเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องให้ความสนใจ แต่โปรแกรมยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากพบปัญหาการกรอกสูตรในการคำนวณปริมาณปุ๋ยไม่ถูกต้อง ทำให้ผลที่ได้ไม่ตรงตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ปรากฏในคู่มือ ต่อมาจึงปรับปรุงสูตรในการคำนวณปริมาณปุ๋ยของโปรแกรมให้ถูกต้อง

ครั้งที่ 2 ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลสะโน อ.สำโรงทาบ จ.สุรินทร์ วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2559 พบว่าผู้เกี่ยวข้องมีความพอใจผลของการใช้โปรแกรม แต่โปรแกรมไม่สามารถปัดตัวค่าตัวเลขแสดงปริมาณธาตุอาหารแนะนำและจำนวนแม่ปุ๋ยที่ซื้อต่อกระสอบให้เป็นจำนวนเต็มได้ เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารแนะนำในคู่มือเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม และปริมาณปุ๋ยที่ซื้อต้องซื้อทีละกระสอบ จึงได้แก้ไขปัญหาดังกล่าว

ครั้งที่ 3 โครงการ เรียนรู้ดิน ปุ๋ย และเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดเพื่อลดต้นทุนการผลิตข้าวหอมมะลิ ซึ่งจัดโดยชุมนุมนิสิตภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ณ ต.เมืองแก อ.ท่าตูม จ.สุรินทร์ ในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2559 พบว่าผู้เกี่ยวข้องให้ความสนใจและมีความพอใจพอสมควร

ครั้งที่ 4 งานมหกรรมตรวจดินโครงการบริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ณ ต.บึงกอก อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก ในวันที่ 4 เมษายน 2559 พบว่าผู้เกี่ยวข้องมีความพอใจมาก เนื่องจากเห็นเป็นเรื่องใหม่ สามารถใช้ข้อมูลในโปรแกรมในการตรวจสอบย้อนกลับผลการตรวจดินได้ด้วย และมีความต้องการทดลองใช้

ครั้งที่ 5 โครงการอาสาตรวจดินให้เกษตรกรที่อาศัยบริเวณรอบเหมืองแร่โปแตชอาเซียน ณ อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ ในวันที่ 4 มิถุนายน 2559 พบว่าโปรแกรมสามารถรวบรวมข้อมูลความต้องการแม่ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร จำนวน 25 ราย ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้เกี่ยวข้องมีความพอใจมากและได้ขอบันทึกภาพเคลื่อนไหว

ครั้งที่ 6 โครงการถ่ายทอดวิธีการผลิตข้าวเพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต กำไรแก่เกษตรกร จัดโดย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ณ ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลพังเทียม อ.พระทองคำ จ.นครราชสีมา ในวันที่ 5 มิถุนายน 2559 พบว่าผู้เกี่ยวข้องให้ความสนใจและพอใจการพัฒนาโปรแกรมอย่างมาก แต่โปรแกรมแสดงคำแนะนำการใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ครั้งที่ 1 มีผลเป็นค่าติดลบ เนื่องจากครั้งนี้มีค่าวิเคราะห์ดินที่มีระดับแอมโมเนียม ปานกลาง และได้รับปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนจากปุ๋ยสูตร 18-46-0 เพียงพอแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยจากปุ๋ยสูตร 46-0-0 อีก ดังนั้นจึงได้ปรับปรุงคำสั่งในโปรแกรม และทำให้ทราบว่าการพัฒนาโปรแกรมจำเป็นต้องทดสอบโปรแกรมในสถานการณ์จริงหรือจำลองสถานการณ์ที่มีฐานข้อมูลดินและผลตรวจวิเคราะห์ดินที่หลากหลายเพื่อค้นหาจุดอ่อนของโปรแกรมด้วย ต่อมาได้ไปสังเกตการณ์ในงานมหกรรมตรวจดินในโครงการคลินิกดินซึ่งสนับสนุนโดยโรตารีสากล ณ อ.วิหารแดง จ.สระบุรี ในวันที่ 15 มิถุนายน 2559 พบว่ามีเกษตรกรนำตัวอย่างดินมาตรวจมากกว่า 200 ตัวอย่างดิน แต่คลินิกดินไม่สามารถรวบรวมความต้องการแม่ปุ๋ยเคมีทั้งหมดของกลุ่มได้ในทันที เนื่องจากผลตรวจดินถูกบันทึกไว้ในกระดาษ ซึ่งเก็บสะสมไว้ในแฟ้มเอกสาร แต่หากคลินิกดินจะใช้โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ จะต้องมีเจ้าหน้าที่บันทึกผลตรวจดินของเกษตรกรแต่ละรายไว้ในโปรแกรม เมื่อผลตรวจดินของเกษตรกรรายสุดท้ายถูกบันทึก โปรแกรมจะคำนวณความต้องการแม่ปุ๋ยเคมีรวมให้ทันที

ครั้งที่ 7 โครงการส่งเสริมการลดต้นทุนด้วยการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด ณ ศูนย์เรียนรู้ชุมชนเกษตรสร้างสุขสยามคูโบต้า (ผักไหม) อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ ในวันที่ 19 มิถุนายน 2559 พบว่าเกษตรกรผู้นำมีความพอใจโปรแกรมมาก โดยให้ความคิดเห็นว่าโปรแกรมช่วยทำให้คำนวณปริมาณความต้องการแม่ปุ๋ยได้เร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณในกระดาษทดที่ดำเนินการเสร็จสิ้นก่อนหน้าการทดลองใช้โปรแกรมครั้งนี้

ครั้งที่ 8 ได้นำเสนอโปรแกรมให้ คุณศิริพร สุปัญญาพาณิชย์ เกษตรกรผู้นำ ต.บ้านลำ อ.วิหารแดง จ.สระบุรี พิจารณา เมื่อวันที่ 13 ตุลาคม 2559 พบว่า คุณศิริพร มีความพึงพอใจในระดับมากถึงมากที่สุดในด้านความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน การจัดเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณปริมาณความต้องการแม่ปุ๋ยที่แม่นยำ พร้อมทั้งให้คำแนะนำว่าควรปรับปรุงหน้าต่างของโปรแกรมให้สามารถพิมพ์ลงในกระดาษ A4 ได้เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบความถูกต้อง

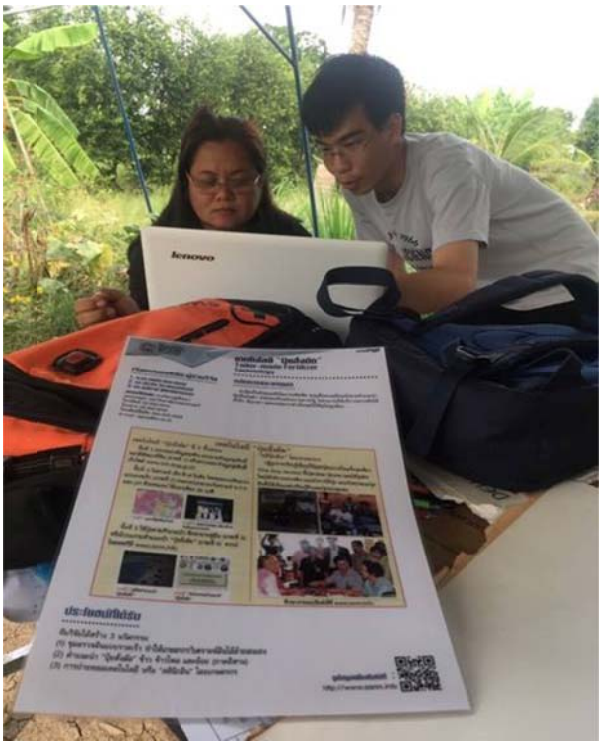


Figure 2 The Smart Fertilizing Expert Program for soil clinic accepted by the soil clinic manager

ครั้งที่ 9 ได้นำเสนอโปรแกรมให้ คุณสุปราณี งามดี ผู้จัดการคลินิกดินโคกสะอาด พิจารณา เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2559 (Figure 2) พบว่า คุณสุปราณี มีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก และได้แนะนำให้ปรับปรุงโปรแกรมในลักษณะเดียวกันกับคุณศิริพร จากนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงโปรแกรมตามข้อเสนอแนะดังกล่าว ทำให้สามารถสั่งพิมพ์ข้อมูลได้ใน 2 หน้ากระดาษ A4

ครั้งที่ 10 นำโปรแกรมไปทดสอบในโครงการการพัฒนาการเกษตรไทยสู่ระบบอัจฉริยะด้วยการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่: เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดสำหรับข้าวในทุ่งรังสิต ณ สำนักงานเกษตรอำเภอหนองแค จ.สระบุรี ในวันที่ 11 ธันวาคม 2559 พบว่าผู้เกี่ยวข้องมีความพึงพอใจมาก เนื่องจากโปรแกรมสามารถหาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่ปรากฏในคู่มือคำแนะนำได้อย่างรวดเร็วโดยไม่จำเป็นต้องใช้โปรแกรม SimRice หรือ แอพพลิเคชั่นปุ๋ยสั่งตัด นอกจากนี้โปรแกรมนี้จะช่วยให้คลินิกดินคำนวณหาปริมาณความต้องการแม่ปุ๋ยเคมีของกลุ่มได้ทันที ทั้งนี้เมื่อคลินิกดินมีการใช้คู่มือคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดแล้ว เกษตรกรแต่ละรายควรใช้แบบบันทึกผลการตรวจดินและคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) จากคู่มือเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดสำหรับข้าวในการให้ข้อมูลตัวอย่างดินที่นำมาตรวจ ซึ่งข้อมูลในส่วนปริมาณ N-P_2O_5-K_2O ที่แนะนำจากแบบบันทึกนั้นจะใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในโปรแกรม นอกจากนี้คลินิกดินสามารถชี้แจงค่าใช้จ่ายในการซื้อแม่ปุ๋ยแต่ละสูตร แม่ปุ๋ยทั้งหมด และต้นทุนปุ๋ยเคมีเฉลี่ย (บาท/ไร่) ให้แก่เกษตรกรแต่ละรายได้ โดยการป้อนข้อมูลราคาแม่ปุ๋ยต่อกระสอบในโปรแกรมนี้ได้ เกษตรกรผู้นำได้แสดงความสนใจโปรแกรมโดยการสอบถามถึงแหล่งที่มาที่สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมนี้มาใช้อีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมนี้สามารถนำมาใช้ได้จริง อย่างไรก็ตามคณะวิจัยจะได้จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมพร้อมให้ดาวน์โหลดได้ในวันสถาปนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ.2560

สรุป

โปรแกรม Excel คำนวณความต้องการแม่ปุ๋ย เวอร์ชัน 1.0 จะช่วยให้คลินิกดินมากกว่า 38 แห่ง ใน 14 จังหวัด ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) 882 แห่ง และสหกรณ์การเกษตรทั่วประเทศสามารถรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลการให้คำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดและการจัดซื้อแม่ปุ๋ยเคมีได้เป็นระบบ เพิ่มความแม่นยำในการคำนวณปริมาณปุ๋ยตามความต้องการของกลุ่มเกษตรกรหรือคลินิกดินแทนการใช้กระดาษทดหรือเครื่องคิดเลข โปรแกรมช่วยลดเวลาการทำงานของคลินิกดินที่มีเกษตรกรจิตอาสาช่วยงานได้อย่างมาก เกษตรกรสามารถใช้โปรแกรมนี้ได้ในคอมพิวเตอร์ทั่วไปที่มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Window 2007 เป็นต้นไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการพระดาบสสัญจร สวนเคหการเกษตร คลินิกดินยางตลาด (ศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชนยางตลาด) องค์การบริหารส่วนตำบลสะโน โครงการ เรียนรู้ดิน ปุ๋ย และเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดเพื่อลดต้นทุนการผลิตข้าวหอมมะลิ โครงการบริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เหมืองแร่โปแตชอาเซียน โครงการถ่ายทอดวิธีการผลิตข้าวเพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลผลิตกำไรแก่เกษตรกร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการคลินิกดินซึ่งสนับสนุนโดยโรตารีสากล ศูนย์เรียนรู้ชุมชนเกษตรสร้างสุขสยามคูโบต้า (ผักไหม) สำนักงานเกษตรอำเภอหนองแค ผศ.ดร.สุตเขตต์ นาคะเสถียร คุณเปรม ณ สงขลา คุณศิริพร สุปัญญาพาณิชย์ คุณสุปราณี งามดี เครือข่ายลุ่มเจ้าพระยาป่าสัก และเครือข่ายพันธมิตรมหาวิทยาลัยเพื่อการวิจัย (Research University Network: RUN) โครงการการพัฒนาการเกษตรไทยสู่ระบบอัจฉริยะด้วยการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่: เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดสำหรับข้าวในทุ่งรังสิต

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557. **คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน**, 155 หน้า

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ และรุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม. 2559. “ปุ๋ยสั่งตัด” ช่วยปี 59 ให้เป็นปีแห่งการลดต้นทุน. **อู่ข้าว** 4(40): 35 – 38.

พันจันทร์ ธนวัฒนเสถียร และมณีนุช สมานหมู่. 2558. **รวมสูตรคำนวณและฟังก์ชัน** Excel Formulas & Functions **ฉบับสมบูรณ์**. รีไวว่า, กรุงเทพฯ, 298 หน้า.

รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม อรสุดา เจริญรัถ วิทยา ตรีโลเกศ อนุวัชร โพธินาม และโพยม ศรวิชัย. 2559. **คู่มือเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดสำหรับข้าว**, 29 หน้า.

คณะกรรมการฝ่ายวิชาการ

รองศาสตราจารย์ ดร.กล้าณรงค์ ศรีรอต		ที่ปรึกษา
รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดา อินทรวิชัย		ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิพันธ์ แก้วสมพงษ์		รองประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรวิช วรรณไกรโรจน์	ประธานสาขาพืช	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ประสานพานิช	ประธานสาขาสัตว์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เทพ วิไลพันธ์	ประธานสาขาประมง	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ น.สพ.ณัฐสิทธิ์ ตันสกุล	ประธานสาขาสัตวแพทยศาสตร์	กรรมการ
ดร.พัชราวดี ศรีบุญเรือง	ประธานสาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชติกา หยกทองวัฒนา	ประธานสาขาวิทยาศาสตร์และพันธุวิศวกรรม	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติ เจียมไชยศรี	ประธานสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขนิษฐา วัชราภรณ์	ประธานสาขาอุตสาหกรรมเกษตร	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย	ประธานสาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท เพ็ญสุภา	ประธานสาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ	กรรมการ
ดร.พิกุล เอกวรางกูร	ประธานสาขาศึกษาศาสตร์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชราภรณ์ อาจหาญ	ประธานสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	กรรมการ
ผู้อำนวยการสำนักบริการคอมพิวเตอร์	ประธานฝ่ายสารสนเทศ	กรรมการ
ดร.นีรนุช ภาชนะทิพย์	ประธานฝ่ายสูจิบัตรและฝ่ายเลขานุการ	กรรมการ
นายจรูญศักดิ์ สวนสวรรค์	ประธานฝ่ายจัดพิมพ์เอกสารทางวิชาการ	กรรมการ
นางมัลลิกา เกตุชรารัตน์		กรรมการและเลขานุการ
นางสาวยลรวิวรร วิบูรณวงศ์		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวสุดธิดา มีสวัสดิ์		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวทิพวรรณ เขม้นกิจ		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวปนัดดา พรอนันต์รัตน์		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวพิชชาอรฐ์ สิริชีวเกษร		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวอรญา ศรีอนันต์		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาพืช: ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1.	รศ.ดร.สุรวิช วรรณไกรโรจน์	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
2.	ผศ.ดร.เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
3.	ดร.พิจิตรา แก้วสอน	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
4.	ดร.เบญญา มะโนชัย	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
5.	ดร.ทัศไนย จารุวัฒนพันธ์	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
6.	ดร.เจนจิรา ชุมภูคำ	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
7.	ดร.อิษยา ภู่สิทธิกุล	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
8.	ดร.อัณณ์ชญาน์ มงคลชัยพฤกษ์	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
9.	ดร.ปริยานุช จุลกะ	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
10.	รศ.ดร.ประภา ศรีพิจิตต์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
11.	รศ.ดร.วันชัย จันทร์ประเสริฐ	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
12.	ผศ.ดร.เฉลิมพล ภูมิไชย์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
13.	ผศ.ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
14.	ดร.สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
15.	ดร.สุจินต์ เจนวีรวัฒน์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
16.	ดร.ธนพล ไชยแสน	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
17.	ดร.ทรงยศ โชติชุติมา	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
18.	ดร.ภัศจี คงศีล	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
19.	รศ.ดร.สมศิริ แสงโชติ	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
20.	ผศ.ดร.อนงค์นุช สาสนรักกิจ	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
21.	ผศ.ดร.อรอุมา เพียซ้าย	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
22.	ดร.ติยากร ฉัตรนภารัตน์	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
23.	ดร.วีระณีย์ ทองศรี	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
24.	รศ.ดร.วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล	ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร
25.	ดร.รัชฎาวรรณ เงินกลั่น	ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร
26.	ดร.เบญจคุณ แสงทองพราว	ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร
27.	ผศ.ดร.เสาวนุช ถาวรพฤกษ์	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
28.	ดร.เพชรดา เจริญมิตร	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร

สาขาพืช: ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. ศ.เกียรติคุณ ดร.อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ ข้าราชการบำนาญ
2. ศ.ดร.จริยา จันทร์ไพแสง ข้าราชการบำนาญ
3. รศ.ดร.ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา ข้าราชการบำนาญ
4. รศ.ดร.จวงจันทร์ ดวงพัตรา ข้าราชการบำนาญ
5. รศ.ดร.นิพนธ์ ทวีชัย ข้าราชการบำนาญ
6. รศ.ดร.รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ ข้าราชการบำนาญ
7. ผศ.ดร.สุเทพ ทองแพ ข้าราชการบำนาญ

Editorial Board

Subject: Plants (internal)

1. Assoc.Prof.Dr.Surawit Wannakrairoj
2. Asst.Prof.Shermarl Wongchaochant
3. Dr.Pichittra Kaewsorn
4. Dr.Benya Manochai
5. Dr.Tassanai Jaruwattanaphan
6. Dr.Jenjira Chumpookam
7. Dr.Issaya Pusittigul
8. Dr.Anchaya Mongkolchaiyaphruek
9. Dr.Pariyanuj Chulaka
10. Assoc.Prof.Dr.Prapa Sripichitt
11. Assoc.Prof.Dr.Wanchai Chanprasert
12. Asst.Prof.Dr.Chalermpol Phumichai
13. Asst.Prof.Dr.Thanee Sriwongchai
14. Dr.Sarawut Rungmekarat
15. Dr.Sujin Jenweerawat
16. Dr.Tanapon Chaisan
17. Dr.Songyos Chotchutima
18. Dr.Pasajee Kongsila
19. Assoc.Prof.Dr.Somsiri Sangchote
20. Asst.Prof.Dr.Anongnuch Sasnarukkit
21. Asst.Prof.Dr.Onuma Piasia
22. Dr.Tiyakhon Chatnaparat
23. Dr.Veeranee Tongsri
24. Assoc.Prof.Dr.Wiboon Chongrattanameteekul
25. Dr.Ratchadawan Ngoenklan
26. Dr.Benjakhun Sangtongpraow
27. Asst.Prof.Dr.Saowanuch Tawornpruek
28. Dr.Pechlada Jareonmit

Subject: Plants (external)

1. Prof.Dr.Amnat Suwanarit
2. Assoc.Prof.Dr.Jariya Chanpaisaeng
3. Assoc.Prof.Dr.Yingyong Paisooksantiwatana
4. Assoc.Prof.Dr.Juangjun Duangpatra
5. Assoc.Prof.Dr.Niphon Thaveechai
6. Assoc.Prof.Dr.Rangsarid Kaveeta
7. Assist.Prof.Dr.Suthep Thongpae

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาสัตว์: ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1.	รศ.ดร.สมเกียรติ ประสานพานิช	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
2.	รศ.ดร.ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
3.	ผศ.ดร.จำเริญ เที่ยงธรรม	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
4.	ผศ.ดร.พรรณวดี โสพรรณรัตน์	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
5.	ผศ.ดร.ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
6.	ผศ.น.สพ.ดร.ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
7.	ผศ.ดร.วิริยา ลุ้งใหญ่	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
8.	ผศ.ดร.ธีรวิทย์ เป่ยคำภา	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
9.	ผศ.ดร.พงศ์ธร คงมั่น	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
10.	ดร.อัจฉรา ขยัน	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
11.	ดร.กนกพร พ่วงพงษ์	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
12.	ดร.เชาว์วิทย์ ระฆังทอง	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
13.	รศ.ดร.สุริยะ สะวานนท์	ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน วิทยาเขตกำแพงแสน
14.	ดร.พิชาด เขจรศาสตร์	ภาควิชาเกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

สาขาสัตว์: ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1.	ผศ.ดร.ดวงนภา พรมเกตุ	ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2.	ดร.เรืองยศ พิลาจันทร์	ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Editorial Board

Subject: Animals (internal)

1. Assoc.Prof.Dr.Somkiert Prasanpanich
2. Assoc.Prof.Dr.Chaiyapoom Bunchasak
3. Asst.Prof.Dr.Jamroen Thiengtham
4. Asst.Prof.Dr.Panwadee Sopannarath
5. Asst.Prof.Dr.Skorn Koonnawootrittriron
6. Asst.Prof.Dr.Chaiwat Boonkaewwan
7. Asst.Prof.Dr.Wiriya Loongyai
8. Asst.Prof.Dr.Theerawit Poeikhampha
9. Asst.Prof.Dr.Phongthorn Kongmun
10. Dr.Autchara Kayan
11. Dr.Kanokporn Poungpong
12. Dr.Choawit Rakangthong
13. Assoc.Prof.Dr.Suriya Sawanon
14. Dr.Pichad Khejornsa

Subject: Animals (external)

1. Asst.Prof.Dr.Doungnapa Promket
2. Dr.Ruangyote Pilajun

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาสัตวแพทยศาสตร์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1.	รศ.ดร.พรทิพภา เล็กเจริญสุข	ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
2.	รศ.ดร.ปฐมาพร เอมะวิศิษฏ์	ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
3.	ผศ.ดร.วิน สุรเชษฐพงษ์	ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
4.	ผศ.ดร.บุรินทร์ นิ่มสุพรรณ์	ภาควิชาปรสิตวิทยา
5.	ผศ.คัมภีร์ พัฒนะธนัง	ภาควิชาปรสิตวิทยา
6.	ดร.เทวินทร์ อินปั๋นแก้ว	ภาควิชาปรสิตวิทยา
7.	ผศ.ดร.กาญจนา อิ่มศิลป์	ภาควิชาเภสัชวิทยา
8.	ผศ.ดร.ไชยยันต์ เกษรดอกบัว	ภาควิชาพยาธิวิทยา
9.	ผศ.ดร.ปรีดา เลิศวัชระสาระกุล	ภาควิชาพยาธิวิทยา
10.	ผศ.ดร.เฉลิมพล เล็กเจริญสุข	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
11.	รศ.ดร.จตุพร หนูสุด	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
12.	ผศ.ดร.เฉลิมเกียรติ แสงทองพินิจ	ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์
13.	ผศ.ดร.สุกัญญา ทองรัตน์สกุล	ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์
14.	ดร.ปัจฉิมา สิทธิสาร	ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์
15.	ผศ.อดิศร ยะวงศา	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
16.	รศ.ดร.พิพัฒน์ อรุณวิภาส	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
17.	รศ.ดร.นิกร ทองทิพย์	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
18.	ผศ.ดร.พรชัย สัญฐิติเสรี	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
19.	ผศ.ดร.วิศณุ บุญญาวิวัฒน์	ภาควิชาเวชศาสตร์และทรัพยากรการผลิตสัตว์
20.	อาจารย์พิชัย จิรวัฒนาพงศ์	ภาควิชาเวชศาสตร์และทรัพยากรการผลิตสัตว์

สาขาสัตวแพทยศาสตร์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1.	ดร.นรสุทธิ์ บางภูมิ	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
2.	อาจารย์ณฐวุฒิ คณาติยานนท์	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
3.	ผศ.ดร.วุฒินันท์ รักษาจิตร์	คณะเทคนิคการสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4.	ดร.ศิวะพงษ์ สังข์ประดิษฐ์	ภาควิชาปรีคลินิกและสัตวศาสตร์ประยุกต์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

5.	ผศ.ดร.ธวัชชัย ศักดิ์ภูอร่าม	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6.	รศ.ดร.อาคม สังข์วรานนท์	นักวิชาการอิสระ
7.	รศ.ดร.จตุพร กระจายศรี	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
8.	ดร.สุขฤทัย บุญมาไสว	ภาควิชาปรีคลินิกและสัตวศาสตร์ประยุกต์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
9.	ดร.กัญญารัตน์ ถึงอินทร์	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
10.	ผศ.ดร.ศิริชัย วงษ์นาคเพ็ชร์	นักวิชาการอิสระ

Editorial Board

Subject : Veterinary Medicine (internal)

1. Assoc.Prof.Dr.Porntippa Lekcharoensuk
2. Assoc.Prof.Dr.Patamaporn Amavisit
3. Asst.Prof.Dr.Win Surachetpong
4. Asst.Prof.Dr.Burin Nimsuphan
5. Asst.Prof.Khampee Pattanatanang
6. Dr.Tawin Inpankaew
7. Asst.Prof.Dr.Kanjana Imslip
8. Asst.Prof.Dr.Chaiyan Kasorndorkbua
9. Asst.Prof.Dr.Preeda Lertwatcharasarakul
10. Asst.Prof.Dr.Chalermpol Lekcharoensul
11. Assoc.Prof.Dr.Jatuporn Noosud
12. Asst.Prof.Dr.Chalerkiat Saengthongpinit
13. Asst.Prof.Dr.Sukanya Thongratsakul
14. Dr.Patchima Sithisarn
15. Asst.Prof.Adisorn Yawongsa
16. Assoc.Prof.Dr.Pipat Arunvipas
17. Assoc.Prof.Dr.Nikorn Thongthip
18. Asst.Prof.Dr.Pornchai Sanyathitiseree
19. Asst.Prof.Dr.Visanu Boonyawiwat
20. Lecturer Pichai Jirawattanapong

Subject : Veterinary Medicine (external)

1. Dr.Norasuthi Bangphoomi
2. Lecturer Nathavut Kanatiyanont
3. Asst.Prof.Dr.Wuttinun Raksajit
4. Dr.Sivapong Sungpradit
5. Asst.Prof.Dr.Thavajchai Sakpuaram
6. Assoc.Prof.Dr.Arkom Sangvaranond
7. Assoc.Prof.Dr.Jatuporn Kajaysri
8. Dr.Sookruetai Boonmasawai
9. Dr.Kanyarat Thueng-in
10. Asst.Prof.Dr.Sirichai Wongnarkpet

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาประมง: ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1.	ผศ.ดร.เมธี แก้วเนิน	ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง
2.	ดร.วรัณทัต ดุลยพฤกษ์	ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง
3.	รศ.จิราภัษ อัจจิมางกูร	ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง
4.	ดร.ศันสนีย์ หวังวรลักษณ์	ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง
5.	รศ.ดร.จารุมาศ เมฆสัมพันธ์	ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
6.	ดร.ไพลิน จิตรชุ่ม	ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
7.	ผศ.ดร.พงษ์เทพ วิไลพันธ์	ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง
8.	ผศ.ดร.วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์	ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง
9.	ศ.ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
10.	รศ.ดร.สุภาวดี พุ่มพวง	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
11.	รศ.ดร.อรพินท์ จินตสถาพร	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
12.	ผศ.ดร.เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
13.	รศ.ดร.นนทวิทย์ อารีย์ชน	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
14.	ดร.สุขกฤช นิมิตรกุล	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
15.	ดร.ธนาคม บัณฑิตวงศ์รัตน์	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
16.	รศ.ดร.วราห์ เทพาหุดี	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
17.	ผศ.ดร.อรพร หมื่นพล	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
18.	อาจารย์ชุมพล ศรีทอง	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
19.	ผศ.ดร.จรวย สุขแสงจันทร์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
20.	ผศ.ดร.อนุกรณ์ บุตรสันติ์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
21.	ผศ.พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
22.	ผศ.ดร.สุชาย วรชนะนันท์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
23.	รศ.ดร.จิตติมา อายุตตะกะ	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
24.	ผศ.ดร.อุทัย กลิ่นเกษร	ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
25.	รศ.ดร.ปาริฉัตร หงสประภาส	ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
26.	ผศ.ดร.ภาสิณี วรชนะนันท์	ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม
27.	ผศ.ดร.วรรณา มาลาพันธุ์	ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สาขาประมง: ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1.	รศ.ดร.เจริญ นิติธรรมยง	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2.	รศ.ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ข้าราชการบำนาญ)
3.	ศ.ดร.เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4.	ผศ.ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5.	รศ.ดร.ปราโมทย์ โศจิศุภร	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6.	น.สพ.ดร.ประพฤติดี ปิยะวิริยะกุล	ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7.	รศ.สพ.ญ.ดร.เจนนุช ว่องธวัชชัย	ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8.	รศ.ดร.ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9.	ศ.ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ	สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
10.	ผศ.ดร.ธีรวุฒิ เลิศสุทธิชวาล	สาขาวิชาประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช
11.	รศ.ดร.นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร	ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
12.	นายสุเมตต์ ปุจฉาการ	สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา
13.	ผศ.ดร.เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล	คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี
14.	ผศ.ดร.ชัชวาล โชติมากร	ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
15.	ผศ.น.สพ.ดร.ชาญณรงค์ รอดคำ	ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
16.	ผศ.ดร.สถาพร ดิเรกบุษราคม	สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
17.	รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์	คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

18.	ดร.โสรยา เกิดพิบูลย์	คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
19.	ศ.ดร.สุทธวัฒน์ เบญจกุล	ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่
20.	ดร.นพรัตน์ มะเห	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
21.	ผศ.ดร.ไตรเทพ วิชย์โกวิทเทน	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
22.	รศ.ดร.เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเตีย	ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
23.	รศ.ดร.วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร	คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ข้าราชการบำนาญ)
24.	รศ.ดร.นงนุช รักสกุลไทย	ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ข้าราชการเกษียณอายุ)
25.	นายพุทธ ส่องแสงจินดา	กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง
26.	นางสาวจินตนา นักระนาด	กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง
27.	นายสุทธิชัย ฤทธิธรรม	กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
28.	ดร.วงศ์ปฐม กมลรัตน์	กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
29.	นายธเนศ พุ่มทอง	กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
30.	ดร.มาลา สุพงษ์พันธ์	กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ข้าราชการบำนาญ)
31.	ดร.พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล	กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ข้าราชการบำนาญ)
32.	ดร.ลิลา เรืองแป้น	กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ข้าราชการบำนาญ)
33.	นายวีระ โภคาพันธ์	กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ข้าราชการบำนาญ)
34.	นายอนันต์ ตันสุตะพานิช	กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ข้าราชการบำนาญ)
35.	นายพงศ์พัฒน์ บุญชูวงศ์	กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ข้าราชการบำนาญ)
36.	นางสาวอรวรรณ คงพันธ์	กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ข้าราชการบำนาญ)
37.	นายอนุวัฒน์ นทีวัฒนา	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (ข้าราชการบำนาญ)
38.	นางสุมิตรา เรืองสิวะกุล	กองการจัดการประมงขนาดเล็ก ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
39.	นายอัศนีย์ มั่นประสิทธิ์	ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (เกษียณอายุราชการ)
40.	ดร.สุพิศ ทองรอด	บริษัท ไทยยูเนียนฟีดมิลล์ จำกัด

Editorial Board

Subject : Fisheries (internal)

1. Asst.Prof.Dr.Methee Kaewnern
2. Dr.Varanthat Dulyapurk
3. Assoc.Prof.Jirapast Adjimangkuul
4. Dr.Sansanee Wangvoralak
5. Assoc.Prof.Dr.Charumas Meksumpun
6. Dr.Pailin Jitchum
7. Asst.Prof.Dr.Pongtep Wilaipun
8. Asst.Prof.Dr.Wanwimol Klaypradit
9. Prof.Dr.Uthairat Na-Nakorn
10. Assoc.Prof.Dr.Supawadee Poompuang
11. Assoc.Prof.Dr.Orapint Jintasataporn
12. Asst.Prof.Dr.Ruangvit Yoonpundh
13. Assoc.Prof.Dr.Nontawith Areechon
14. Dr.Sukkrit Nimitkul
15. Dr.Thanakhom Bundhiwongrat
16. Assoc.Prof.Dr.Wara Taparhudee
17. Asst.Prof.Dr.Oraporn Meunpol
18. Lecturer Chumpol Srithong
19. Asst.Prof.Dr. Charuay Sukhsangchan
20. Asst.Prof.Dr.Anukorn Boutson
21. Asst.Prof.Puntip Wisespongpand
22. Asst.Prof.Dr.Suchai Worachananant
23. Assoc.Prof.Dr.Chittima Aryuthaka
24. Asst.Prof.Dr.Utai Klinkesorn
25. Assoc.Prof.Dr.Parichat Hongsprabhas
26. Asst.Prof.Dr.Pasinee Worachananant
27. Asst.Prof.Dr.Wanna Malaphan

Subject : Fisheries (external)

1. Assoc.Prof.Dr.Charoen Nitithamyong
2. Assoc.Prof. Nittharatana Paphavasit
3. Prof.Dr.Padermsak Jarayabhand
4. Asst.Prof.Dr.Penjai Sompongchaiyakul
5. Assoc.Prof.Dr.Pramot Sojisuporn
6. Dr.Prapruddee Piyaviriyaku
7. Assoc.Prof.Dr.Janenuj Wongtavatchai
8. Assoc.Prof.Dr. Thaithaworn Lirdwitayaprasit
9. Prof.Dr.Tuanthong Jutagate
10. Asst.Prof.Dr. Theerawoot Lerssutthichawal
11. Assoc.Prof.Dr.Nongnud Tangkrock-olan
12. Mr.Sumaitt Putchakarn
13. Asst.Prof.Dr.Benjamas Paibulkichakul
14. Asst.Prof.Dr.Chatchawan Chotimarkorn
15. Asst.Prof.Dr.Channarong Rodkhum
16. Asst.Prof.Dr.Sataporn Direkbusarakom
17. Assoc.Prof.Dr.Adisorn Swetwiwathana
18. Dr.Soraya Kerdpiboon
19. Prof.Dr.Soottawat Benjakul
20. Dr.Nopparat Mahae
21. Asst.Prof.Dr.Tritep Vichkovitten
22. Assoc.Prof.Dr.Penpun Srisakultiew

23. Assoc.Prof.Dr.Wunwiboon Garnjanagoonchorn
24. Asst.Prof.Dr.Nongnuch Raksakulthai
25. Mr.Putth Songsangjinda
26. Miss Jintana Nugranad
27. Mr.Suttichai Rittitum
28. Dr.Wongpathom Kamonrat
29. Mr.Tanate Poomtong
30. Dr.Mala Supongpan
31. Dr.Poonsap Virulhaikul
32. Dr.Lila Ruangpan
33. Mr.Weera Pokapunt
34. Mr.Anand Tansutapanich
35. Mr.Pongpat Boonchuwong
36. Miss Orawan Kongpun
37. Mr.Arnuwat nateewathana
38. Mrs.Sumitra Ruangsivaku
39. Mr.Aussanee Munprasit
40. Dr.Supit Thongrod

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1.	รศ.ดร.พัฒนา สุขประเสริฐ	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
2.	รศ.ดร.สาวิตรี รังสิภัทร์	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
3.	รศ.ดร.พิชัย ทองดีเลิศ	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
4.	ผศ.ดร.สุพัตรา ศรีสุวรรณ	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
5.	ผศ.ดร.พนามาศ ตรีวรรณกุล	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
6.	ดร.ธานินทร์ คงศิลา	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
7.	ดร.พัชราวดี ศรีบุญเรือง	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
8.	รศ.ดร.ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
9.	ผศ.ดร.อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
10.	ดร.ศิริพร เรียบร้อย	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
11.	ดร.น้องนุช ศิริวงศ์	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
12.	ผศ.ขนิษฐา วัชราภรณ์	คณะอุตสาหกรรมเกษตร
13.	รศ.ดร.ณรงค์ สมพงษ์	ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1.	ศ.ดร.ดิเรก ฤกษ์หร่าย	ข้าราชการบำนาญ
2.	รศ.ดร.นาถ พันธุมนาวิน	ข้าราชการบำนาญ
3.	รศ.ดร.จำนงรักษ์ อุดมเศรษฐ์	ข้าราชการบำนาญ
4.	ผศ.ดร.สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช	ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5.	รศ.ดร.มนัส ชัยจันทร์	สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
6.	ดร.อติกร ปัญญา	ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
7.	ผศ.ดร.เขมชาติ สุรกุล	คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยราชมงคลกรุงเทพ
8.	รศ.ดร.วันดี ไทยพานิช	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Editorial Board

Subject : Agricultural Extension and Home Economics (internal)

1. Assoc.Prof.Dr.Patana Sukprasert
2. Assoc.Prof.Dr.Savitree Rangsipaht
3. Assoc.Prof.Dr.Pichai Thongdeelert
4. Asst.Prof.Dr.Supattra Srisuwan
5. Asst.Prof.Dr.Panamas Treewannakuk
6. Dr.Tanin Kongsila
7. Dr.Patcharavadee Sriboonruang
8. Assoc.Prof.Dr.Tasanee Limsuwan
9. Asst.Prof.Dr.Anchanee Utaipatanacheep
10. Dr.Siriporn Riebroy
11. Dr.Nongnuch Siriwong
12. Asst.Prof.Kanitta Watcharaporn
13. Assoc.Prof.Dr.Narong Sompong

Subject : Agricultural Extension and Home Economics (external)

1. Prof.Dr.Direk Rerkrai
2. Assoc.Prof.Dr.Nath Bhanthumnavin
3. Assoc.Prof.Dr.Jumnongruk Udomsade
4. Asst.Prof.Dr.Somsak Kuhasawanwatch
5. Assoc.Prof.Dr.Manat Chaijan
6. Dr.Atikorn Panya
7. Asst.Prof.Dr.Kemachat Surakul
8. Assoc.Prof.Dr.Wandee Thaipanich

คณะกรรมการฝ่ายจัดพิมพ์เอกสาร

ดร.นีรนุช ภาชนะทิพย์
ที่ปรึกษา

นายจรูญศักดิ์ สวนสวรรค์
ประธานกรรมการ

นายปัญญา ซื่อตรง
รองประธานกรรมการ

นางสาวลิลา วุฒิวาณิชยกุล
รองประธานกรรมการ

นางสาวปฐมาวดี กุลวัฒนะไพศาล
รองประธานกรรมการ

นางสาวอุทัยวรรณ กิจวิเชียร
กรรมการ

นางวนิดา เสาะด้น
กรรมการ

นางวัชรี ทองทิพย์
กรรมการ

นางสาวยลรวิวรรร วิบูรณวงศ์
กรรมการ

นายวิทยา วงษ์เอี่ยม
กรรมการ

นายภานุวัฒน์ บุญชัยกมลอากร
กรรมการ

นางปนัดดา ดีหะริง
กรรมการ

นายวัชระ นิลประพันธ์
กรรมการ

นางสาวจิราวรรณ สุริยกุล ณ อยุธยา
กรรมการ

นางสาวอุดมลักษณ์ พลอยสุวรรณ
กรรมการ

นางสาวธิดา จันทาพูน
กรรมการ

นางสาวสุดธิดา มีสวัสดิ์
กรรมการ

นางสาวศลิษา หวานวาจา
กรรมการและเลขานุการ

นางสาวกฤษฎี ปริวัตรกุล
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นางสุณานี ศรีดี
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นางนฤมล อินถา
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นางสาวธัญญ์นัฐดา กุนอก
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

ISBN (e-book) 978-616-278-367-8

ฝ่ายบริการการศึกษา สำนักทะเบียนและประมวลผล
อาคารระพีสาคริก ชั้น 7 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โทร. 0 2942 8200 ต่อ 8211-8217 โทรสาร 0 2118 0145 E-mail : annualconference@ku.ac.th
http://www.annualconference.ku.ac.th