เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 57 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The Proceedings of

The 57th KU Annual Conference

AGRICULTURAL SCIENCES

"ชุมชนโลกาภิวัตน์ สู่สังคมไทยยุคดิจิทัล"

Glocalization to Digitized Thailand

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

เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 57 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The Proceedings of the 57th 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 (Commission of Higher Education)

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)

29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2562 (January 29 – February 1, 2019)

ISBN (e-book) 978-616-278-511-5

คำนำ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย ได้จัดให้มีการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๕๗ ระหว่างวันที่ ๒๙ มกราคม - ๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาคุณภาพของงานวิจัย และเผยแพร่ความรู้ความก้าวหน้าทางด้านวิชาการและเทคโนโลยี ตลอดจนเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้และระดมความคิดเห็นระหว่างนักวิชาการ อันจะนำไปสู่แนวทางการสร้างผลงานวิจัยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศชาติต่อไป

เอกสารฉบับนี้รวบรวมเรื่องเต็มผลงานวิจัยภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ทั้งภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์ของ **สาขาพืช สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง และสาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์** ซึ่งได้ผ่านการคัดเลือกจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขา และนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๕๗

ในนามของคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๕๗ ขอขอบคุณ นักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ที่ได้นำผลงานมาเสนอ และผู้ที่สนใจเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการทุกฝ่ายที่สละเวลา แรงกาย แรงใจและความคิด ร่วมมือกันจัดเตรียมการประชุม จนทำให้การประชุมทางวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



(รองศาสตราจารย์ ดร.ลดาวัลย์ พวงจิตร)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ประธานคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๕๗

ความสมบูรณ์ของการเสนอผลงาน
ในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 57
ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประกอบด้วย หนังสือรับรองการมาเสนอผลงาน
และการได้ตีพิมพ์ลงในเรื่องเต็มฉบับสมบูรณ์

เอกสารทางวิชาการ 3/2562
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/O186 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชวงศ์ขิงต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium sp.* สาเหตุโรคเหี่ยวแคนตาลูปในห้องปฏิบัติการ..... 1

Efficacy of Zingiberaceae Crude Extracts Against Fusarium sp. Causing Wilt of Cantaloupe in Laboratory

โดย ชาลิสา ศรีหอม อรอุมา เพียซ้าย เนตรนภิส เขียวขำ และจำเริญ บัวเรือง

2. พช.7/O26 การผลิตเมล็ดเทียมกระจูดเพื่อการอนุรักษ์พันธุกรรมในสภาพปลอดเชื้อ.....9

Artificial Seed Production of *Lepironia articulata for In Vitro* Germplasm Conservation

โดย เปรมฤดี ดำยศ สมพร ดำยศ เมฆา ชาติกุล กาญจนี เตชะวรรักษ์ และจินารัตน์ สายแก้ว

3. พช.9/O34 ประสิทธิภาพของเชื้อราขาว *Beauvaria bassiana* และเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ต่อตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Yamatotettix flavovittatus* (Hemiptera: Cicadellidae)..... 17

Efficacy of *Beauvaria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* Against Adults of *Yamatotettix flavovittatus* (Hemiptera: Cicadellidae)

โดย รักษ์สุดา คำดี ปาริชาติ จำรัสศรี และณิชานันท์ เกินอาษา

4. พช.13/O50 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารแอนโทไซยานิน และ ฟีนอลิกรวม ในพืชสกุล *Vigna* 15 พันธุ์..... 24

Antioxidant Activity Anthocyanin and Total Phenolic in Fifteen Vigna Accessions

โดย ประภาสิริ องค์รักษ์ สมนึก พรมแดง สนธิชัย จันทร์เปรม อนุรักษ์ อรัญญนาค กนกวรรณ เที่ยงธรรม ประกิจ สมท่า และพรศิริ เลี้ยงสกุล

5. พช.21/O149 อิทธิพลของความเข้มแสงจากหลอด LED และระยะเวลาการให้แสงต่อการเจริญเติบโตของคะน้า เบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊ค.....32
Effect of LED Light Intensity and Exposure Time on Growth of Chinese Kale, Baby Pak Choi and Red Oak Lettuce
โดย สุนิตา แย้มใหญ่ ภัทราภรณ์ ภิรมย์จิต ณัฐกฤตา คำหนู ฉัตรชัย งามสม รัฐไกร วัจนคุณอนันต์ สมชาย ปัญญาอิ่นแก้ว และตุลา จูฑะรสก
6. พช.22/O167 องค์ประกอบทางโภชนาการในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* พันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่า... 39
Nutritional Compositions of Domesticated and Wild *Vigna* Seeds
โดย ชณานิศ เฉ่งสมบูรณ์ ประภาศิริ องค์รักษ์ สนธิชัย จันทร์เปรม อนุรักษ์ อรัญญนาค ประกิจ สมท่า กนกวรรณ เที่ยงธรรม พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล และพรศิริ เลี้ยงสกุล

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. พช.1/P12 การลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนูระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีทางกายภาพ..... 49
Reduction of Fungal Contamination on Chili during Storage by Physical Method
โดย บุญญวดี จิระวุฒิ รัตตา สุทธยาคม และวีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย
2. พช.2/P14 ผลของโคลชิซินต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเบญจมาศ.....57
Effects of Colchicine on Morphological Characteristics of *Chrysanthemum Morifolium*
โดย กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์
3. พช.3/P16 ศึกษาชนิดบรรจุภัณฑ์และเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาขมิ้นชันผงเพื่อรักษาสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหย.....63
Study on Packaging and Storage Time to Preserve Curcuminoids and Volatile Oil in Turmeric Powder
โดย จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ และจารุวรรณ บางแวก

4. พช.4/P35 Screening of Endophytic Fungi as Antagonistic Agents Against Rice Disease Pathogens.....69
By Nge-Htwe Su-Han Onuma Piasai and Nattawut Boonyuen
5. พช.5/P36 เปรียบเทียบสัณฐานวิทยาเรณูพืชพื้นล่างและพืชน้ำ 10 ชนิด.....77
Comparative Pollen Morphology of the 10 Species of Aquatic and Ground Flora
โดย เบญจวรรณ ชิวปรีชา และศุภกร ไทยมา
6. พช.8/P38 การประเมินการเจริญเติบโต ผลผลิตอาหารหยาบ และคุณค่าทางโภชนศาสตร์ของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่นาจังหวัดสุรินทร์..... 85
Evaluation of Growth, Herbage Yield and Nutritional Value of Napier Grass in Paddy Field of Surin Province
โดย วริศรา เนกขัม ทรงยศ โชติชุติมา จิราพร เชื้อกูล ธนพล ไชยแสน สมเกียรติ ประสานพานิช และสายัณห์ ทัดศรี
7. พช.10/P44 Effect of Ethanol Vapor on the Postharvest Qualities of ‘Khai’ and ‘Namwa’ Bananas..... 92
By Vanessa Jean Duerme Nutthachai Pongprasert Sukanya Aimla-or Panida Boonyaritthongchai and Varit Srilaong
8. พช.11/P45 การประเมินปริมาณโปรตีนพืชวงศ์ถั่วโดยใช้เทคนิคการไม่ทำลายตัวอย่างด้วย Near Infrared Spectroscopy..... 100
Non-destructive Evaluation of Protein in Legumes using Near Infrared Spectroscopy
โดย ภัควิไล ยอดทอง และจารุวรรณ บางแวก

9. พช.12/P50 การคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วลิสงเมล็ดขนาดกลางที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง.. 109
Selection of Medium-Seeded Size Peanut Lines Having a High Yield Potential
โดย เจตษฎา อุตรพันธ์ ทรงยศ โชติชุติมา
อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์
ธนพล ไชยแสน สุทัศน์ แปลงกาย สิทธินันต์ จองโพธิ์
ประเสริฐ ถาหล้า และสุดาภรณ์ ทองแม้น
10. พช.14/P53 ผลของปุ๋ยทางใบต่อการควบคุมโรคขอบใบแห้งของข้าวในสภาพแปลงปลูก... 117
Effect of Fertilizer on Control of Bacterial Leaf Blight of Rice in Field
โดย อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช ชุมเจษฎ์ มาลาธรรม
และนิพนธ์ ทวีชัย
11. พช.15/P54 การย่นระยะเวลาปรับปรุงพันธุ์สับปะรดด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อ.....124
Shortening Breeding Cycle of Pineapple by *In Vitro* Immature Seed Culture
โดย ณัฐนนท์ สิทธิชัย ธารารัตน์ สังวาลเล็ก
สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ สุจินต์ เจนวีรวัฒน์
และธนพล ไชยแสน
12. พช.16/P110 การศึกษาชนิดของศัตรูพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่นำเข้าจากต่างประเทศ..... 131
Study of the Types of Pests Attached to Corn Seeds Imported from Abroad
โดย ชลธิชา รักใคร่ นงพร มาอยู่ดี ศรีวิเศษ เกษสังข์
วันเพ็ญ ศรีชาติ วานิช คำพานิช และโสภา มีอำนาจ
13. พช.18/P82 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตด้วยการคัดเลือกลักษณะใบธงยาว..... 139
Improvement of Rice Variety for Long Flag Leaf to Increase Yield Potential
โดย ฐิตาพร สว่าง เฉลิมพล ภูมิไชย์ และธานี ศรีวงศ์ชัย

14. พช.19/P83 เสถียรภาพการให้ผลผลิตของข้าวลูกผสมสายพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พันธุ์ KUH1 และ KUH2..... 147
Yield Stability of Kasetsart University's Promising Hybrid Rice KUH1 and KUH2 Cultivars
โดย ภาคภูมิ เนตนิล สุภาพร จันทร์บัวทอง วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร เฉลิมพล ภูมิไชย์ ประภา ศรีพิจิตต์ และธานี ศรีวงค์ชัย

15. พช.20/P84 ประสิทธิภาพของไดเมโทมอร์ฟ 50% W/V SC ในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora*.. 155
Efficacy of Dimethomorph 50% W/V SC for Control Stem Rot in Monthong Durian Seedling Caused by *Phytophthora palmivora*
โดย เรวัฒ เพียซ้าย จีรสิน สิโนทก อรอุมา เพียซ้าย และเนตรนภิส เขียวขำ

16. พช.23/P97 การประเมินการปรับตัวและผลผลิตของพันธุ์ข้าวลูกผสมจากแหล่งต่างๆ..... 163
Evaluation of Adaptability and Yield of Hybrid Rice Cultivars from Different Various Sources
โดย ชุติมา บุญเสมา และธานี ศรีวงศ์ชัย

สาขาสัตว์ (Subject: Animals)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

1. สต.1/O60 ผลของกากกาแฟดัดแปลงเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้นของสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยวิธี *in Vitro* Gas Production Technique..... 175
Effects of Modified Spent Coffee Grounds as Protein Source in Concentrate Diet for Ruminant on *in Vitro* Gas Production Technique
โดย โชติวัชร ศรีสุวรรณ์ สมเกียรติ ประสานพานิช และพงศ์ธร คงมั่น

2. สต.2/O61 ผลของการใช้กากกาแฟใช้แล้วในสูตรอาหารข้นต่อกระบวนการหมักภายในกระเพาะรูเมนและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อโดยวิธี *in Vitro* Gas Production Technique..... 183
The Effect of Using Spent Coffee Grounds in Concentrate on Rumen Fermentation and Rumen Ecology of Beef *in Vitro* Gas Production Technique
โดย กนกวรรณ ชูแก้ว สมเกียรติ ประสานพานิช และพงศ์ธร คงมั่น

3. สต.3/O62 การตอบสนองทางสรีรวิทยาของแม่โครีดนมเมื่อได้รับระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศ ในสภาพอากาศร้อนชื้น..... 191
Physiological Responses of Lactating Cows Provided with Sprinkling and Fan System under Tropical Conditions
โดย เพ็ญประภา คงสุข วิริยา ลุ้งใหญ่ พงศ์ธร คงมั่น ณัฐภร แก้วประทุม และสมเกียรติ ประสานพานิช

สาขาสัตวแพทยศาสตร์ (Subject: Veterinary Medicine)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

1. สพ.2/O47 การเลือกเครื่องหมายไมโครแซตเทลไลต์สำหรับการทดสอบความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ชนไทย..... 201
Selection of Microsatellite Markers for Paternity Testing in Thai Fighting Chicken
โดย อุคเดช บุญประกอบ และสมหมาย หอมสวาท

2. สพ.4/O72 Phylogenetic Characterization of *Escherichia Coli* Isolated from Diseased Swine in Ratchaburi Province, Thailand..... 209
By Panisa Noourai Siriporn Kongsoi Chalalai Rueanghiran and Chonchanok Muangnapoh

3. สพ.8/O150 การพัฒนาระบบการให้คะแนนในม้าที่เกิดภาวะโคลิก..... 217
Development of a Composite Colic Scoring System in Horses
โดย สโรชา ลิ่มรัชชพงศ์ อารีย์ ไหลกุล
ธวัลหทัย อภิชัยมงคลกุล
และขนิษฐา เพชรอุดมสินสุข
4. สพ.12/O166 Humoral Antibody Responses of Dairy and Beef Cattle, and Buffaloes Vaccinated by Anti-tick Vaccine (KU-VAC) 225
By Sathaporn Jittapalapong
Sarawan Kaewmongkol Wuttinun Raksajit
Suchanit Ngamkala Eukote Suwan
Wanwisa Wachoom Chutima Chuntarakot
Boonsong Boonmapaung Kannika Wongpanit
Benjarat Yimming Witchuta Junsiri
Suchada Choocherd Piangjai Chalermwong
Nwai OO Khine and Roger W. Stich

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. สพ.1/P42 The Anthelmintic Effects of *Rhinacanthus Nasutus* Extract Against Adult Rumen Flukes,*Gastrothylax Crumenifer*.....235
By Sutthida Minsakorn Khwannapa Nuplod
Runglawan Chawengkirttikul
Panupong Puttarak Samak Sutjarit
and Panat Anuracpreeda
2. สพ.3/P52 ประสิทธิภาพของแชมพูยาต่อเชื้อ *Staphylococcus pseudintermedius* ที่ดื้อต่อยา methicillin ที่แยกได้จากสุนัข.....243
Efficacy of Medicated Shampoos Against Canine Methicillin-Resistant Staphylococcus Pseudintermedius Isolates
โดย วณิชชา เยาวนิตย์ ณัชพล รุ่งโรจน์
ลาวัลย์ หล้าสุพรม เฉลิมพล เล็กเจริญสุข
และจันทิมา พฤกษากร

3. สพ.6/P75 Effects of Dried Graviola (*Annona Muricata*) Leaves in A 7-year-old Mammary Tubular Carcinoma Poodle Dog Postoperatively on Relief and Recurrence: A Case Report..... 251

By Sunee Kunakornsawat Lalita Suwantana Suthasinee Boonyindee Siripattra Netramai Detkalaya Nithida Boonwittaya Benjang Hakhen and Piyathip Choochalermporn

4. สพ.7/P81 Quinolone Resistant Genes and ESBL-Producing Enzymes of *Escherichia coli* from Diarrheal Pigs..... 259

By Sukanya Thongratsakul Rortana Chea Worrawidh Wajjwalku Suksan Chamsing Srisamai Viriyarumpa and Patamabhorn Amavisit

5. สพ.9/P102 โรคพิธีโอซิสในม้าในประเทศไทย.....267
Equine pythiosis in Thailand

โดย วัชรพล ปฐมสกุลวงศ์ อารีย์ ไหลกุล ศิรินทร์ ธีระวัฒนศิริกุล อรวรรณ ลิ้มศิวิลัย ชมพูเนกข์ ยุรญาติ และขนิษฐา เพชรอุดมสินสุข

6. สพ.11/P101 Humoral Antibody Responses of Dogs Vaccinated by Anti-tick Vaccine (KU-DOG) 277

By Sathaporn Jittapalapon Sarawan Kaewmongko Wuttinun Raksaji Suchanit Ngamkala Eukote Suwan Arkarahpon Aieorattanawadee Worawut Rerkamnuaychoke Athicom Chinon Suchada Choocherd Piangjai Chalermwong Nwai OO Khine Putthita Pradabsook Parinya Phawaphutayanchai Nirut Aiyara Sinsamut Saengo Phatcharatorn Simking Wissanuwat Chimnoi and Roger W. Stich

สาขาประมง (Subject: Fisheries)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

1. ปม.4/O40 การแพร่กระจายและความหนาแน่นของหอยสองฝาเศรษฐกิจ (หอยแครงลิง และหอยคราง) บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี..... 285
Distribution and Density of Commercial Bivalves (*Gafrarium tumidum* (Röding, 1798) and *Anadara troscheli* (Dunker, 1882)) Around Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province
โดย นิติพัฒน์ บุญส่ง นภาขวัญ แหวนเพชร จรวย สุขแสงจันทร์ และธนัสพงษ์ โภควนิช

2. ปม.6/O115 Temporal Variation of the Decapod and Stomatopod larvae in the Bangpakong Estuary, The Gulf of Thailand..... 293
By Pailin Jitchum Monthira Tongman and Santi Poungchareon

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. ปม.1/P27 การศึกษาช่วงเวลาและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการลงเกาะของหอยแมลงภู่ในอ่าวศรีราชา..... 305
Timing and Environmental Factors for the Attachment of Green Mussel in Sriracha Bay
โดย สาโรจน์ เริ่มดำริห์ อลงกต อินทรชาติ นิติพัฒน์ พลอยประดับ อรรถวุฒิ กันทะวงศ์ และกนกวรรณ ขาวด่อน

2. ปม.2/P31 ลักษณะของจะงอยปาก และความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนจะงอยปากกับความยาวและน้ำหนักของหมึกกระดอง.....313
Beak's Morphological Characteristics and Relationship between Beak Dimensions and Length-Weight of Cuttlefish
โดย สนธยา ผุยน้อย จรวย สุขแสงจันทร์ ภาวิดา ประสพสุข และรสิตา รื่นหาญ

3. ปม.3/P46 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อประชากรหอยลาย (*Paratapes undulatus* (Born, 1778)) และสัตว์พื้นทะเลชนิดเด่น บริเวณช่องเกาะช้าง จังหวัดตราด..... 322
Impact of Environmental Factors Changing on Short Neck Clam (*Paratapes undulatus* (Born, 1778)) Populations and Dominant Species of Benthos at Koh Chang, Trat Province
โดย ศักดิ์ชัย กรรมารางกูร นภาขวัญ แหวนเพชร จิตติมา อายุตตะกะ และปริญญา ลิมป์วิริยะกุล

4. ปม.5/P108 การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์..... 330
Suitable Site Selection for Asian Seabass (*Latescalcarlifer* BLOCH, 1790) Cage Culture in Outer Songkhla Lake Using Geographic Information System
โดย นิคม ละอองศิริวงศ์ สุพัฒน์ คงพ่วง ลักขณา ละอองศิริวงศ์ ประมัยพร ทองคณารักษ์ นภสินธุ์ รัตนสมบูรณ์ และจุฑารัตน์ กิตติวานิช

5. ปม.7/P77 การพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงขุนปูทะเล (*Scylla* spp.)..... 338
Development of Artificial Feed for Fattening Mud Crab (*Scylla* spp.)
โดย วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม วาสนา อากรรัตน์ และสุทิน สมบูรณ์

6. ปม.8/P78 การพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus*)... 347
Development of Artificial Feed for Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) Culture
โดย วาสนา อากรรัตน์ วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และสุทิน สมบูรณ์

7. ปม.9/P109 พฤติกรรมการสัมผัสและรบกวนปะการังของนักดำน้ำตื้นบริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี..... 356
Snorkeler's Behavior towards Reef at Koh Samaesarn, Chonburi Province
โดย ธนภัทร์ ชัยเศรษฐพงศ์ สุชาย วรชนะนันท์ ดรรชนี เอมพันธุ์ และอุไรรัฒท์ เนตรหาญ

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

(Subject : Agricultural Extension and Home Economics)

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

1. สก.คห.2/O4 คุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะบางประการของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ.....367
Nutritional Value and Some Characteristics of Commercial Furikake Containing Fish Meat
โดย ภาพิมล ประจงพันธ์ อำพร แจ่มผล ทิพากร ม่วงถึก และศิริพร เรียบร้อย คิม

2. สก.คห.3/O5 อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง..... 376
Snack from Sesbania Flower Coated with Ta-Dang Chilli Paste
โดย เสมอขวัญ คัมภีระ อำพร แจ่มผล และปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์

3. สก.คห.6/O32 ผลของกระบวนการดัดแปรสตาร์ชมันสำปะหลังด้วยวิธีการเกิดรีโทเกรเดชันต่อปริมาณของสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์..... 385
Effect of Retrogradation Modified Tapioca Starch Methods on the Content of Resistant Starch (Type 3)
โดย กิตติยา ไชยฉิม ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์ วศะพร จันทร์พุฒ และน้องนุช ศิริวงศ์

4. สก.คห.7/O35 การผลิตผักปลอดภัยส่งโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติของกลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนา ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน.....394
Safety Vegetable Production Suppling to Chalermprakiet Hospital of Safety Vegetable Cultivation Group Bannamripattana, Khunnan Sub-District, Chalermprakiet District, Nan Province
โดย พันธ์วิรา น้อยสุวรรณ์ และพีรชัย กุลชัย

5. สก.คห.8/O36 แนวทางการพัฒนาศักยภาพการจัดการที่ดีของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน.....402
Approaches to Development Management Potential of the Group of Broom Flowers Grass, in Bann Thung Kham, Chai Sathan District, Mueang Nan District, Nan Province
โดย จิราพรรณ เนตรสาย และพีรชัย กุลชัย
6. สก.คห.9/O44 การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร.....410
Feasibility Study of Community-Based Tourism Management Tum Kao Pul Chumco Sub-District, Pathio District, Chumphon Province
โดย ฐิติพร บุญชู และพีรชัย กุลชัย
7. สก.คห.10/O45 การปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการเกษตรกร หมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร.....418
Modification of Oil Palm Cultivation Management on Principle Moo 4, Chumko Sub-District, Pathio District, Chumphon Province
โดย ภิญญาภัทร ภู่ระหงษ์ และพีรชัย กุลชัย
8. สก.คห.11/O46 การพัฒนาโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย..... 426
Development of Community-Based Tourism Package, Bu Hom Sub-District, Chiang Khan District, Loei Province
โดย รัฐฐิวากรณ์ ยืนยงค์ และพีรชัย กุลชัย
9. สก.คห.12/O52 การพัฒนาธนาคารปูม้าโดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร.....434
The Development of Blue Crab Bank by Participation with Local Fishery Group Ban Hin Gob, Chumko Sub-District, Patew District, Chumporn Province
โดย วิษณุกร เบ๊ะกี และพีรชัย กุลชัย

10. สก.คห.13/O81 การออกแบบกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชนโดยการมีส่วนร่วม
ของประชาชน บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร.....442
Design The Community Master Plan Process by Public Participation
of Ban Tham Khao Pru, Chum Kho Sub-District, Pathiu District,
Chumphon Province
โดย อดิศักดิ์ อ่ำเทศ และพีรชัย กุลชัย
11. สก.คห.15/O144 แนวทางการขยายผลแนวคิดวนเกษตร บ้านหลุมมะขาม ตำบลหนองไม้แก่น
อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา.....450
Guidelines for Extension of Agroforestry Concepts
Ban Lum Makham, Nong Mai Kaen Sub-District, Plaeng Yao District,
Chachoengsao Province
โดย นิภาภัค สอนสา และพีรชัย กุลชัย

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. สก.คห.1/P89 การเสริมปลากะตักผงและแป้งข้าวกล้องในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน
รสน้ำพริกเผา..... 461
The Fortification of Ground Anchovy and Brown Rice Flour in
Kanom Tong Muan Flavored with Chilli Paste
โดย บุษกร สุทธิประภา ภาณุพงศ์ เกิดรี
และสัมฤทธิ์ พุทธิปัญญาภรณ์
2. สก.คห.5/P43 สมบัติทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่าน
การเพาะงอก จากวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน..... 470
Physical and Chemical Properties of Germinated and
Non-Germinated Luem Pua Glutinous Rice Flour from Different
Milling Methods
โดย ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์ วชิรพงศ์ เยาว์ฤทธิกร
และอบเชย วงศ์ทอง

3. สก.คห.14/P68 การพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) จังหวัดกระบี่..... 479
Development of Agricultural Learning Center (ALC), Krabi
โดย ธนิษฐา ปานนิล บำเพ็ญ เขียวหวาน และเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ
4. สก.คห.16/P87 ผลของอุณหภูมิและเวลาการอบ และการย่างของกล้วยน้ำว้าห่ามต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพ.....488
Effect of Baking and Roasting Temperatures and Times of Unripe Banana on their Chemical and Physical Properties
โดย นิกร สุวรรณโชติ อาภัสรา แสงนาค และน้องนุช ศิริวงศ์
5. สก.คห.17/P90 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนจากแป้งข้าว..... 497
Development of Thai Dessert Pudding (Kanom Piakpoon) from Rice Flour
โดย ข่ายทอง ชุนหสุวรรรณ รัชนี สินภาษา ปัทมพร บรรเทิงใจ และศศิอาภา บุญคง
6. สก.คห.18/P91 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม..... 505
Development of Karanda (*Carissa carandas*) Drinking Jelly
โดย ศศิอาภา บุญคง และรักชนก ปั้นอินทร์

สาขาพืช

Subject: Plants

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



KU
KASETSART
UNIVERSITY

ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชวงศ์ขิงต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* sp. สาเหตุโรคเหี่ยวแคนตาลูปในห้องปฏิบัติการ

Efficacy of Zingiberaceae Crude Extracts Against *Fusarium* sp. Causing Wilt of Cantaloupe in Laboratory

ชาลิสา ศรีหอม[1*] อรอุมา เพียซ้าย[1] เนตรนภิส เขียวขำ[1] และ จำเริญ บัวเรือง[2]

Charisa Srihom[1], Onuma Piasai[1], Netnapis Khewkhom[1] and Jamrearn Buaruang[2]

บทคัดย่อ

โรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* นับเป็นโรคที่สำคัญของพืชตระกูลแตง ทำให้เกิดความเสียหายต่อคุณภาพของผลผลิตเป็นอย่างมาก การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่ทำให้เกิดโรคเหี่ยวของแคนตาลูปในห้องปฏิบัติการ แยกเชื้อราสาเหตุจากแคนตาลูปโดยวิธี tissue transplanting method และจำแนกชนิดเชื้อรา *Fusarium* โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์วิวัฒนาการของลำดับเบส ทดสอบการเกิดโรคในสภาพเรือนทดลอง เตรียมสารสกัดหยาบจากกระชาย (*Boesenbergia rotunda*) ข่า (*Alpinia galanga*) และ ขิง (*Zingiber officinale*) และทดสอบโดยวิธี poisoned food technique ผลการทดลองพบว่าสารสกัดหยาบจากขิงที่ระดับความเข้มข้น 100,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้ดีที่สุดเท่ากับ 100% รองลงมาได้แก่ สารสกัดหยาบจากกระชายและข่า โดยมีค่าการยับยั้ง เท่ากับ 95% และ 70% ตามลำดับ

ABSTRACT

Wilt disease caused by *Fusarium* species, is an important disease of cucurbits and has been known to cause major yield and quality losses. The objective of this study was to test the efficacy of Zingiberaceae crude extracts against mycelial growth of *Fusarium* sp. causing wilt of cantalope in laboratory. The causal fungus was isolated from cantaloupe using tissue transplanting method and identified as *Fusarium* based on morphological characteristics and phylogenetic analysis. The pathogenicity test was conducted in greenhouse. Crude extracts of finger root (*Boesenbergia rotunda*), galanga (*Alpinia galanga*) and ginger (*Zingiber officinale*) were prepared and were tested by poisoned food technique. The results indicated that the ginger crude extract at concentration of 100,000 ppm completely inhibited the mycelial growth of *Fusarium* sp., while finger root and galanga crude extracts showed 95% and 70% mycelial growth inhibition, respectively.

Keywords: Zingiberaceae, crude extract, Fusarium wilt, mycelial growth inhibition

Corresponding author: e-mail address: Charisa025@gmail.com

[1]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร บางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร, 10900

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

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร, 10240

[2]Department of Environmental science, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240

คำนำ

Fusarium equiseti (Corda) Sacc. เป็นเชื้อราที่อาศัยอยู่ในดิน (soil-borne fungi) และมีรายงานเป็นสาเหตุโรคพืช ทำให้เกิดโรคเหี่ยว (Fusarium wilt) (Li *et al*., 2017; Marin *et al*., 2001) ในพืชหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชวงศ์แตง แคนตาลูป พริก และมะเขือเทศ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและการส่งออก เมื่อมีการปลูกพืชชนิดเดิมซ้ำในพื้นที่เดิมอย่างต่อเนื่อง จะทำให้เกิดการระบาดของโรคอย่างรุนแรง การป้องกันกำจัดราชนิดนี้ นิยมใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในการควบคุมโรค ซึ่งหากใช้ในปริมาณมากและติดต่อกันเป็นเวลานานอาจทำให้เชื้อราเกิดการกลายพันธุ์และต้านทานต่อสารเคมีได้ (อภิรัชต์ และคณะ, 2553) นอกจากนี้สารเคมียังเป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้ รวมทั้งมีพิษตกค้างในผลผลิตส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันมีงานวิจัยการใช้ประโยชน์จากสารสกัดจากพืชเพื่อใช้ควบคุมโรคพืช เช่น การใช้สารสกัดจากใบสะเดาในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคในกล้วย (Yasmin *et al*., 2008) นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่าสารสกัดจากกานพลู อบเชย ตะไคร้ และพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) บางชนิด เช่น ขิง ข่า สามารถยังยั้งการเจริญของรา *Aspergillus niger Alternaria alternate Curvularia lunata Fusarium* spp. *Macrophomina phoaseolina Botryodiplodia* theobromae และ *colletrotrichum corchi* (สุภัทราและคณะ, 2549; Chohan *et al*., 2011; Farana *et al*., 2014) ดังนั้นในการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยราสาเหตุโรคเหี่ยวของแคนตาลูปในห้องปฏิบัติการจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ โดยอาจนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาต่อยอดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพืชสมุนไพรในประเทศ เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคเหี่ยวโดยชีววิธีต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การแยกและจัดจำแนกชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคเหี่ยวของแคนตาลูป

1.1 การแยกเชื้อรา

แยกเชื้อราจากรากของแคนตาลูปพันธุ์ซันเลดี้ (sun lady) ที่แสดงอาการเหี่ยวในแปลงปลูกของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ในเดือนมีนาคม 2560 โดยวิธี tissue transplanting (Agrios, 2005) เลี้ยงสปอร์เดี่ยวของเชื้อราให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี single–spore technique โดยเขี่ยกลุ่มสปอร์ลงหลอดน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ เพื่อเตรียมสารแขวนลอยสปอร์ (spore suspension) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นใช้ปิเปตดูด spore suspension ปริมาตร 10 มิลลิลิตร หยดลงบนอาหาร water agar (WA) ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ใช้แท่งแก้วเกลี่ยให้สารแขวนลอยสปอร์กระจายทั่วผิวหน้าอาหารหรือจนกว่าผิวหน้าอาหารจะแห้ง บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจสอบการงอกของสปอร์ใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope) เมื่อพบสปอร์งอกใช้เข็มเขี่ยย้ายสปอร์เดี่ยวมาเลี้ยงบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ศึกษาต่อไป

1.2 จำแนกชนิดเชื้อราโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราที่แยกได้จากรากแคนตาลูป โดยเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA เพื่อศึกษาการเจริญของโคโลนี สีของเส้นใย การสร้างเม็ดสี (pigment) และเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร carnation leaf-piece agar (CLA) เพื่อกระตุ้นให้ราสร้างโครงสร้างในการสืบพันธุ์ ได้แก่ sporodochium macroconidium

microconidia และ chlamydospore จดบันทึก วัดขนาด และถ่ายภาพเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ และ compound ตามวิธีของ Leslie and Summerell (2006) และ Samson *et al*. (2002)

1.3 จำแนกชนิดของเชื้อรา โดยใช้เทคนิค polymerase chain reaction

เลี้ยง *Fusarium* sp บนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ใช้ช้อนตักสารขูดเส้นใยเชื้อราใส่ในหลอดทดสอบ (microtube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร นำไปสกัดดีเอ็นเอโดยวิธี CTAB method ตามวิธีของ Donnell *et al*. (2000) นำดีเอ็นเอที่ได้ไปทำปฏิกิริยา polymerase chain reaction (PCR) โดยใช้ไพร์เมอร์ ITS1 TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') และ ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') ตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์เทียบกับฐานข้อมูล NCBI เพื่อระบุชนิดของเชื้อรา

2. การทดสอบความสามารถในการก่อโรค (pathogenicity test)

เพาะเมล็ดแคนตาลูปสายพันธุ์ซันเลดี้ ในกระบะเพาะกล้า อายุ 30 วัน จากนั้นเตรียมกระบะเพาะที่บรรจุดินฆ่าเชื้อแล้ว นำเชื้อราที่แยกได้จากข้อ 1. ทุกไอโซเลทมาทำการพิสูจน์โรคตามวิธีของ Koch's Postulation โดยเลี้ยงเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นเวลา 14 วัน เตรียม spore suspension ที่ความเข้มข้น 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสม spore suspension กับดินที่เตรียมไว้ในกระบะเพาะ จากนั้นย้ายกล้าแคนตาลูปลงปลูกในกระบะเพาะจำนวน จำนวน 1 ต้น ต่อ หลุม ทำการทดลอง 10 ซ้ำ สังเกตอาการของโรคที่แสดงอาการเหี่ยวเหลือง หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 7 วัน

3. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคเหี่ยวของแคนตาลูป

3.1 การเตรียมสารสกัดหยาบจากพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างพืชวงศ์ขิงจากตลาดไท อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กระชาย (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.), ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) และ ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe.) นำพืชวงศ์ขิงชนิดละ 500 กรัม ล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งลมให้แห้ง นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และปั่นให้ละเอียด บรรจุใส่ในภาชนะแก้ว เติมสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ (EtOH) ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 ลิตร ปิดฝาให้สนิทหมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน เมื่อครบกำหนด นำสารละลายมากรองตะกอนและเศษพืชออกด้วยผ้าขาวบาง นำส่วนที่เป็นของเหลวไประเหยแยกตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสูญญากาศ (rotary vacuum evaporator) ที่ความดัน 45 mbar อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบ (crude extract) และบรรจุสารของพืชแต่ละชนิดใส่ในขวดสีชา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทดสอบต่อไป

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรด้วยวิธี poisoned food technique

ชั่งสารสกัดหยาบจากกระชาย ข่า และ ขิง น้ำหนัก 1 กรัม ละลายใน dimethyl sulfoxide (DMSO) ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 8 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางสารสกัดหยาบด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ที่ระดับความเข้มข้น 10 100 1,000 10,000 และ 100,000 ppm นำสารสกัดแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เทลงในจานเลี้ยงเชื้อ จากนั้นใช้แท่งอลูมินั่ม (cork borer) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณปลายเส้นใยของเชื้อราที่เลี้ยงไว้อายุ 7 วัน ย้ายชิ้นวุ้นนำมาวางบริเวณกลางจานเลี้ยงเชื้อที่บรรจุอาหารผสมสารสกัดหยาบจากพืชแต่ละความเข้มข้น บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกผลโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของราเปรียบเทียบกับชุดควบคุมได้แก่ น้ำเปล่า 2%DMSO 95% EtOH และสารแคปแทน (captan) ความเข้มข้น

1,000 ppm คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเส้นใยของเชื้อรา (Growth inhibition : GI) ตามสูตร GI = (R_1-R_2)/R_1×100 โดย R_1 = ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อราในชุดควบคุม และ R_2 = ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อราในอาหารที่ผสมสารสกัดแต่ละความเข้มข้น ทดสอบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการแยกและจัดจำแนกชนิดของเชื้อรา

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนอาหาร PDA และ CLA สามารถแยกได้เชื้อรา *Fusarium* sp. จำนวน 7 ไอโซเลท โดยเชื้อราสร้างเส้นใยสีขาวต่อมาเปลี่ยนเป็นสีชมพู บนอาหาร PDA หลังจากเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 7 วัน ด้านใต้โคโลนีมีสีชมพูอมแดง ส่วนลักษณะสัณฐานวิทยาบนอาหาร CLA เมื่ออายุ 7 วัน เชื้อราจะสร้าง sporodochia ลักษณะเป็นเมือกสีส้ม ไม่พบการสร้าง microconidia สร้าง macroconidia รูปร่างโค้งคล้ายเคียว (fusoid) ปลายเรียวยาวและโค้ง เซลล์ที่ฐานมีลักษณะคล้ายเท้า (foot-shaped) มี 3-6 ผนังกั้น (septate) ขนาด 31.5-48×3.5-6 ไมโครเมตร สร้าง chlamydospores ผนังเรียบเกิดขึ้นแบบเดี่ยวๆ หรือต่อกันเป็นคู่ๆ (Figure 1) และเมื่อทำการจัดจำแนกเชื้อราโดยเทคนิค PCR โดยใช้ไพร์เมอร์ ITS1/4 บริเวณ internal transcribed spacers (ITS) ตรวจสอบลำดับเบสเทียบกับฐานข้อมูลใน GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST) พบว่าข้อมูลที่ปรากฏมีความใกล้เคียงกับเชื้อรา *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. (Accession no. FR669193.1) เท่ากับ 99% จากข้อมูลที่เปรียบเทียบทั้งหมดจำนวน 554 ลำดับเบส อย่างไรก็ตามในการยืนยันผลการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราจำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจากลำดับนิวคลีโอไทด์อื่นเพิ่มเติม เช่น ยีน beta-tubulin, elongation factor l-alpha (EF1-α) และ RNA polymerase I และ II largest (RPB1, RPB2) (Donnell *et al*., 2000) นำมาวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์และสร้างแผนภูมิวิวัฒนาการต้นไม้ (Phylogenetic trees) ร่วมด้วย ซึ่งจะทำให้สามารถยืนยันและระบุ species ของรา *Fusarium* ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้พบว่าผลการแยกเชื้อสอดคล้องกับรายงานของเลขา และจินตนา (2539) ที่รายงานเชื้อรา *F. equiseti* จากแคนตาลูปที่แสดงอาการเหี่ยว และอาการลำต้นไหม้ของหน่อไม้ฝรั่ง นอกจากนี้เชื้อรา *F. equiseti* ยังมีรายงานเป็นสาเหตุโรครากและลำต้นเน่าของพืชอื่นอีกหลายชนิด (Hanaa *et al*., 2011)

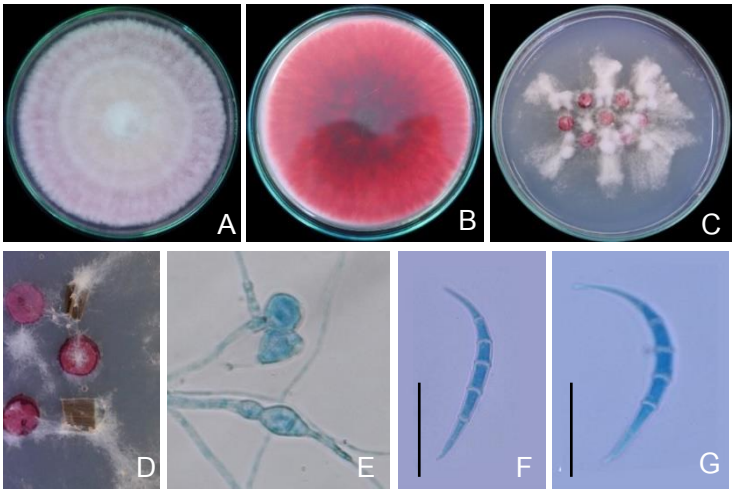


Figure 1 *Fusarium* sp. colony on PDA (A,B) after 7 days colony on CLA (C) after 7 days sporodochia on CLA (D); chlamydospores (E), macroconidia (F, G). Scale bars: E = 10 µm; F, G = 20 µm.

2. ผลการทดสอบความสามารถในการก่อโรค (Koch's Postulation)

ผลการทดสอบพบว่าเชื้อรา *Fusarium* sp. ทุกไอโซเลทมีระดับความรุนแรงก่อโรคใกล้เคียงกัน หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 7 วัน ต้นกล้าแคนตาลูปแสดงอาการเหี่ยว ขอบใบเริ่มมีสีเหลือง ใบลู่ชี้ลง (Figure 2A) และเมื่อตรวจสอบอาการโรคหลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 10 วัน พบอาการเหี่ยวรุนแรงเพิ่มขึ้น และต้นกล้าแห้งตายคิดเป็นร้อยละ 80 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Figure 2B)

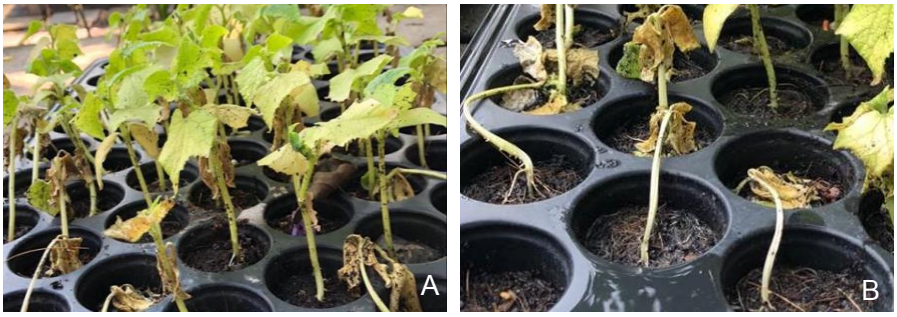


Figure 2 Cantaloupe seedling showing wilt symptoms at 7 days (A) and 10 days (B) after inoculated with *Fusarium* sp.

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงต่อการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* sp.

จากผลการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบจากขิงที่ระดับความเข้มข้น 100,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้ 100% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Satish *et al*. (2009) โดยได้รายงานประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากขิงที่ความเข้มข้น 10,000 และ 100,000 ppm พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์รา *Fusarium* ได้ 100% และจากรายงานของ Helal *et al*. (2006) พบว่าสารสกัดหยาบจากขิงมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญได้แก่ glycolipids gingerols และ methylgingerol โดยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium* sp. ตลอดจนสามารถลดการเจริญของโคโลนี ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์พลาสมา และทำให้โครงสร้างไมโคอนเดรียของเชื้อราผิดปกติ ผลการทดสอบยังพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 100,000 ppm สารสกัดหยาบจากกระชาย และข่า มีค่าการยับยั้งเท่ากับ 95% และ 70% ตามลำดับ (Table 1, Figures 3, 4)

นอกจากนี้ยังพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm สารสกัดหยาบจากขิง มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย *Fusarium* sp. ได้เท่ากับ 91% ในขณะที่สารสกัดหยาบของกระชายและข่ามีค่าการยับยั้งเท่ากับ 74% และ 51% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของศานิต และสิริวรรณ (2553) และนุชนารถ และคณะ (2546) ซึ่งรายงานสารสกัดหยาบจากข่าและกระชายที่ความเข้มข้น 10,000 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ 100% ส่วนผลการทดสอบสารสกัดหยาบจากกระชายและขิงที่ความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถยับยั้งได้เท่ากับ 60% และ 58% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่สารแคปแทนที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยรา *Fusarium* sp. ได้ 100% (Table 1, Figures 3, 4)

Table 1 Inhibition of mycelial growth of *Fusarium* sp. after cultivated on PDA mixed with Zingiberaceae crude extract at different concentrations *in vitro*

Concentration (ppm)	Percent Inhibition of mycelial growth of *Fusarium* sp.(%)[1/]		
	galanga	finger root	ginger
Control	0.00±0.00[f]	0.00±0.00[g]	0.00±0.00[f]
Captan	100.00±0.00[a]	100±0.00[a]	100±0.00[a]
10	8.00±1.10[e]	11.62±1.11[f]	22.78±1.44[e]
100	16.23±0.30[d]	26.35±3.29[e]	41.21±0.53[d]
1,000	18.64±2.72[d]	60.38±1.61[d]	58.87±0.81[c]
10,000	51.54±0.91[c]	74.37±3.22[c]	91.77±1.37[b]
100,000	70.24±0.88[b]	95.39±0.59[b]	100±0.00[a]
CV (%)	3.49%	4.43%	1.73%

[1/] Mean followed by the same letter are not significantly different by Duncan's new multiple range test ($P<0.05$)



H_2O 2%DMSO 95% EtOH Captan (1,000 ppm)

Figure 3 The radial growth of *Fusarium* sp. in control treatments

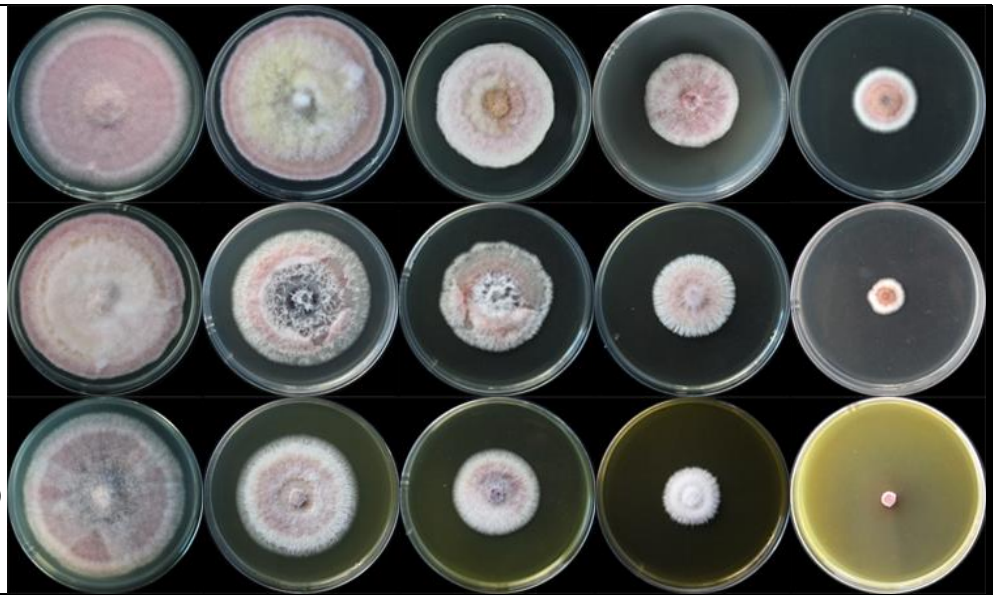
Zingiberaceae crude extracts	Concentrations (ppm)				
	10	100	1,000	10,000	100,000
galanga (*Alpinia galanga*)					
finger root (*Boesenbergia rotunda*)					
ginger (*Zingiber officinale*)					

Figure 4 Effect of Zingiberaceae crude extracts at various concentrations on radial growth of *Fusarium* sp.

สรุป

ผลการแยกเชื้อราจากรากของแคนตาลูปที่แสดงอาการเป็นโรค จัดจำแนกชนิดเชื้อราโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและข้อมูลทางชีวโมเลกุล ประกอบกับผลการพิสูจน์การเกิดโรคในสภาพโรงเรือน พบว่าสาเหตุของโรคเหี่ยวในแคนตาลูปเกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชวงศ์ขิง ได้แก่ กระชาย (*Boesenbergia rotunda*), ข่า (*Alpinia galanga*) และ ขิง (*Zingiber officinale*) ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยวิธี poisoned food technique ที่ระดับความเข้มข้น 10 100 1,000 10,000 และ 100,000 ppm พบว่าสารสกัดจากขิงที่ระดับความเข้มข้น 100,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้ 100% รองลงมาคือสารสกัดหยาบจากกระชายและข่าโดยมีค่าการยับยั้งเท่ากับ 95% และ 70% ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย ประเภททุนบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2561 คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

นุชนารถ จงเลขา, สมบัติ ศรีชูวงศ์ และ นุชนารถ กุมมารกาศ. 2546. การทดสอบประสิทธิภาพของสมุนไพรในการกำจัดเชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 34(4-6)(พิเศษ): 157-160.

เลขา มาโนช และ จินตนา ชะนะ. 2539. **รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์เก็บรวบรวมสายพันธุ์เชื้อราในดินและน้ำ**. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

ศานิต สวัสดิกาญจน์ และ สิริวรรณ สมิทธิอาภรณ์. 2553. ผลของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงบางชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Fusarium* sp. เชื้อสาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าว. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 41 (พิเศษ): 605-608.

สุภัทรา จามกระโทก, ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล, ชลิดา เล็กสมบูรณ์, นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง และ อุดม ฟ้ารุ่งสาง. 2549. ผลของสารสกัดหยาบจากสมุนไพรวงศ์ขิงในการต่อต้านราสาเหตุโรคพืชภายหลังการเก็บเกี่ยว. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 37(2)(พิเศษ): 98-101.

อภิรัชต์ สมฤทธิ์, ธารทิพย์ ภาสบุตร และ ทัศนาพร ทัศคร. 2553. การศึกษาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคในกล้วยไม้ที่ปลูกเป็นการค้า. **รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553** กลุ่มงานวิทยาไมโค กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ.

Agrios, G. N. 2005. **Plant Pathology.** 5th ed. Elsevier Academic Press, USA.

Chohan, S., R-. Atiq, M. A. Mehmood, S. Naz, B. Siddique, G. Yasmin. 2011. Efficacy of few plant extracts against *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli*, the cause of corm rot of gladiolus. **Journal of Medicinal Plants Research** 5: 3887-3890.

Donnell, K. O., H. C. Kistler, B. K. Tacke and H. H. Caspar. 2000. Gene genealogies reveal global phylogeographic structure and reproductive isolation among lineages of *Fusarium*

graminearum, the fungus causing wheat scab. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 97: 7905-7910.

Farana, A. N., A. S. Ismat and S. Shamim. 2014. Antifungal activity of selected medicinal plant extract on *Fusarium oxysporum* Schletthe causal agent of Fusarium wilt disease in tomato. **American Journal of Plant Sciences** 5: 2665-2671.

Hanaa, R. M. F., Z. A. Abdou, D. A. Salama, A. R. Ibrahim and H. A. M. Sror. 2011. Effect of neem and willow aqueous extracts on Fusarium wilt disease in tomato seedlings: induction of antioxidant defensive enzymes. **Annals of Agricultural Science Abbreviation** 6: 1-7.

Helal, G. A., M. M. Sarhan, A. N. K. A. Shahla and E. K. EAK. 2006. Effects of *Cymbopogon citratus* L. essential oil on the growth, lipid content and morphogenesis of *Aspergillus niger* ML2-strain. **Journal of Basic Microbiology** 46: 456-469.

Leslie, J.F. and B. A. Summerell. 2006. **The *Fusarium* laboratory manual**. Blackwell Professional, Ames, Iowa, USA.

Li, P.L., Y. X. Shi, M. Y. Guo, X. W. Xie, A. L. Chai, and B. J. Li. 2017. Fusarium wilt of cauliflower caused by *Fusarium equiseti* in China. **Canadian Journal of Plant Pathology** 39: 77-82.

Marin, S., X. Albareda, A. J. Ramos and V. Sanchis. 2001. Impact of environment and interaction of *Fusarium verticillioides* and *Fusarium proliferatum* with *Aspergillus parasiticus* on fumonisin B1 and aflatoxin on maize grain. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 81: 1060-1068.

Samson, R. A., E. S. Hoekstra, J. C. Frisvad and O. Filtenborg. 2002. **Introduction to Food and Air Borne Fungi**. 6th ed. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utech. The Netherlands.

Satish, S., M. P. Raghavendra and K. A. Raveesha. 2009. Anti-fungal potentiality of some plant extracts against *Fusarium* spp. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 42: 618-625.

Yasmin, M., K. S. Hossain and M. A. Bashar. 2008. Effects of some angiospermic plant extracts on *in vitro* vegetative growth of *Fusarium moniliforme*. **Bangladesh Journal of Botany** 37: 85-88.

การผลิตเมล็ดเทียมกระจูดเพื่อการอนุรักษ์พันธุกรรมในสภาพปลอดเชื้อ

Artificial Seed Production of *Lepironia articulata* for *In Vitro* Germplasm Conservation

เปรมฤดี ดำยศ[1*] สมพร ดำยศ[1] เมฆา ชาติกุล[1] กาญจนี เตชะวรรักษ์[1] และ จินารัตน์ สายแก้ว[1]

Premrudee Domyos[1*], Somporn Domyos[1], Meka Chartikul[1], Kanjanee Techaworarak[1] and Jinarat Saykawe[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตและเก็บรักษาเมล็ดเทียมกระจูด ได้แก่ ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตและระยะเวลาในการเก็บรักษา เพื่อชะลอการเจริญเติบโตของหน่อกระจูดในเมล็ดเทียม นำหน่อกระจูดขนาด 5 มิลลิเมตร ลอยในอาหารเหลวสูตร MS (Murashige and Skoog) ที่เติมโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 1 2 3 หรือ 4 เปอร์เซ็นต์ แล้วหยดในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ เพื่อผลิตเมล็ดเทียม พบว่า โซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมที่สุด เมล็ดเทียมมีรูปทรงกลม เมล็ดเทียมที่หุ้มด้วยอาหารเหลวสูตร MS ที่เติมโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาบนสำลีชุ่มด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 6 และ 9 เดือน แล้วย้ายเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า เมล็ดเทียมที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเฉลี่ย 73.33 และมีการสร้างหน่อใหม่เฉลี่ย 4.30±0.67 หน่อ หน่อมีความสูงเฉลี่ย 4.70±0.37 เซนติเมตร

ABSTRACT

The research focuses on the factors affecting *Lepironia articulata* artificial seed production and preservation from micro shoots such as sodium alginate concentration and storage duration for suppression of micro shoot growth in the artificial seeds. Artificial seeds were formed when the micro shoots with size 5 mm were encapsulated in liquid MS (Murashige and Skoog) medium inclusion of 1, 2, 3 or 4% (w/v) sodium alginate with 100 mM $CaCl_2$ as complexing solution. A gelling matrix of 3% sodium alginate concentration was found to be optimal, producing spherical beads. Encapsulated micro shoots in liquid MS medium inclusion of 3% sodium alginate were stored for different storage periods of 3, 6 or 9 months on soaked absorbent cotton with distilled water and were transferred on MS medium containing 3 mg/L BA for germination. A maximum of germination percentage of the artificial seeds was observed in 3 months storage time at 73.33% and micro shoot in these artificial seeds generated average number of shoots at 4.30±0.67 shoots with average shoot height at 4.70±0.37 cm after 2 months of culture.

Key Words: artificial seed, *in vitro* germplasm conservation, *Lepironia articulata*

*Corresponding author, e-mail address: premrudee54@gmail.com

[1]สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้ อำเภอช้างกลาง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80250

[1]Southern Vocational Institute of Agriculture, District Chang Klang, Nakhon Si Thammarat, 80250

คำนำ

กระจูด (kra chuut) เป็นพืชล้มลุกมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lepironia articulata* (Retz.) Domin อยู่ในสกุลเลบปิโรเนีย (Lepironia) และจัดอยู่ในวงศ์กก (Cyperaceae) มักขึ้นเป็นกลุ่มใหญ่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือในระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ ทั่วโลกพบพืชในสกุลนี้ 5 ชนิด สำหรับประเทศไทยพบเพียงชนิดเดียว คือ *L. articulata* หรือกระจูด (David and Tetsuo, 1998) พบกระจายพันธุ์ในภาคตะวันออกและภาคใต้ ในภาคตะวันออกพบแห่งเดียวในพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ภาคใต้พบในทุกจังหวัดที่มีพื้นที่ติดกับชายฝั่งทะเล และมีสภาพเป็นหนองบึงน้ำจืดในเขตพื้นที่ป่าชายหาดและป่าพรุ โดยขึ้นปะปนเป็นพืชพื้นล่างให้กับเสม็ดขาว พบกระจูดมากที่สุดในจังหวัดนครศรีธรรมราช รองลงมาคือ ชุมพร สุราษฎร์ธานี พัทลุง นราธิวาส และพังงา การขยายพันธุ์นิยมใช้การแยกแง่งที่แตกหน่อมากกว่าการเพาะเมล็ด เนื่องจากเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ (วัชนะและกิตติพงษ์, 2549) มีการนำกระจูดมาใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย เช่น ประเทศออสเตรเลียใช้แง่งเป็นอาหาร ปลูกเป็นไม้ประดับ ปลูกในพื้นที่ชุมน้ำเพื่อป้องกันการกัดเซาะ ดูดซึมธาตุอาหารพืชและเป็นพืชกรองน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ (Anonymous, 2011; Cowie *et al*., 2000; Stevens and Dowling, 2002) สาธารณรัฐประชาชนจีนใช้ลำต้นจักสานเสื่อและตะกร้า (Shi, 2010) และประเทศไทยใช้ลำต้นจักสานเป็นเครื่องใช้ภายในครัวเรือน ซึ่งหัตถกรรมกระจูดในภาคใต้นี้มีคุณค่าทางวัฒนธรรม คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ คุณค่าเชิงสังคม คุณค่าเชิงศิลปะ และคุณค่าเชิงประโยชน์ใช้สอย (สุภาคย์, 2529)

ปัจจุบันพบว่า ทรัพยากรกระจูดกำลังจะหมดไปจากพื้นที่พรุ เช่น ที่พรุควนเคร็ง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นแหล่งกระจูดที่มีความอุดมสมบูรณ์และคุณสมบัติดีที่สุดในการนำมาจักสานเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ (นฤมล, 2555) เนื่องจากนโยบายของรัฐที่สนับสนุนด้านการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ชุมชน “หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์” ทำให้มีการเก็บเกี่ยวกระจูดในแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นจำนวนมากเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ทำให้กระจูดไม่สามารถเจริญเติบโตทันต่อความต้องการ ประกอบกับสภาพป่าพรุถูกบุกรุกและถูกทำลายเป็นจำนวนมากเพื่อยึดครองที่ดินนำไปปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น ยางพารา และปาล์มน้ำมัน จึงทำให้พื้นที่ที่เป็นแหล่งธรรมชาติของกระจูดลดน้อยลง (เปรมฤดี, 2557) ส่งผลให้ปริมาณกระจูดลดลงอย่างรวดเร็วและทำให้พันธุกรรมของกระจูดมีแนวโน้มลดลงหรืออาจสูญหายได้ในอนาคต จึงจำเป็นต้องเก็บรักษาพันธุ์กระจูดเพื่ออนุรักษ์พันธุกรรม โดยทั่วไปการเก็บรักษาพันธุ์พืชทำได้ 3 วิธี คือ เก็บรักษาในลักษณะของการปลูกในแปลงปลูก ส่วนที่ใช้ขยายพันธุ์ และเก็บรักษาด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ซึ่งวิธีสุดท้ายมีข้อดีคือ ใช้พื้นที่น้อย สะดวกต่อการจัดการ ลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียพันธุกรรม และคงไว้ซึ่งลักษณะทางพันธุกรรมของพืชนั้น (บุญยืน, 2544)

เทคโนโลยีผลิตเมล็ดเทียมเป็นแนวทางหนึ่งในการเก็บรักษาพันธุ์พืชหายาก พืชใกล้สูญพันธุ์ พืชสมุนไพร และพืชเศรษฐกิจ มีข้อดีคือ พืชที่ได้มีพันธุกรรมคงเหมือนเดิม ง่ายต่อการดูแลรักษาเนื่องจากมีขนาดเล็ก สะดวกในการย้ายปลูก และใช้ในการแลกเปลี่ยนพันธุ์พืช (Srivastava *et al*., 2009) เมล็ดเทียม (artificial seed) เป็นเมล็ดที่เกิดจากการนำโซมาติกเอ็มบริโอ หรือปลายยอด หรือเนื้อเยื่อเจริญอื่น ๆ ที่สามารถพัฒนาเป็นต้นพืชได้มาห่อหุ้มด้วยสารที่มีลักษณะเป็นวุ้นภายใต้สภาวะการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Bapat and Mhatre, 2005) สารที่ห่อหุ้มมีสองชั้น คือ ชั้นนอกเป็นสารที่ให้ความแข็งแรงแก่เมล็ด เปรียบเสมือนเปลือกหุ้มเมล็ด ชั้นในประกอบด้วยธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการงอกของเมล็ด เปรียบเสมือนเอนโดสเปิร์ม (Khor and Loh, 2005) เมล็ดเทียมมี 2 ชนิด คือ ชนิด desiccated artificial seeds ทำโดยนำชิ้นส่วนพืชมาห่อหุ้มด้วยสาร

พอลิออกซีเอทิลีน แล้วทำให้แห้งโดยระเหยน้ำออก เหมาะสำหรับพืชที่ทนต่อสภาพแห้ง และชนิด hydrated artificial seeds ทำโดยนำชิ้นส่วนพืชมาห่อหุ้มด้วยสารไฮโดรเจล เช่น โซเดียมอัลจิเนต เหมาะสำหรับพืชที่ไม่ทนต่อสภาพแห้ง (Ara *et al*., 2000) การเก็บรักษาเมล็ดเทียมมี 2 วิธี คือ เก็บรักษาในระยะสั้น 6-12 เดือน โดยการลดอุณหภูมิหรือความเข้มแสง ใช้สารชะลอการเจริญเติบโต ปรับความเข้มข้นของธาตุอาหารหรือน้ำตาล ฯลฯ เพื่อชะลอการเจริญเติบโต และเก็บรักษาในระยะยาวโดยเก็บในไนโตรเจนเหลว ซึ่งมีอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดการเจริญเติบโต (Rai *et al*., 2008) มีรายงานวิจัยการเก็บรักษาพันธุ์พืชโดยใช้เทคโนโลยีเมล็ดเทียมในพืชหลายชนิด เช่น การผลิตเมล็ดเทียมจากข้อของต้นทับทิม (Naik and Chand, 2006) และจากปลายยอดของ *Spilanthes acmella* (L.) Murr. (Singh *et al*., 2009) พบว่า การหุ้มข้อหรือปลายยอดด้วยอาหารเหลวสูตร MS ที่เติมโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ แล้วหยดในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ เก็บรักษาเมล็ดเทียมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียล ได้นานกว่า 30 วัน และ 60 วัน ตามลำดับ Srivastava *et al*. (2009) ผลิตเมล็ดเทียมจากปลายยอดและข้อของ *Cineraria maritime* พบว่า การหุ้มปลายยอดและข้อขนาด 3-5 มิลลิเมตร ด้วยอาหารเหลวสูตร ½ MS ที่เติมซูโครสความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และหยดในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน เมล็ดเทียมมีการงอก 82 เปอร์เซ็นต์ นรารัตน์ (2547) ผลิตเมล็ดเทียมจากตายอดของกล้วยหินขนาด 3 มิลลิเมตร ที่แช่ใน ABA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วนำมาหุ้มด้วยอาหารเหลวสูตร MS ที่เติมโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และหยดในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 50 ไมโครโมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 และ 30 วัน พบว่า เมล็ดเทียมมีการรอดชีวิต 49.17 และ 21.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเปรมฤดี (2557) ผลิตเมล็ดเทียมจากหน่อกระจูดขนาด 5 มิลลิเมตร หุ้มด้วยอาหารเหลวสูตร MS ที่เติมโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ แล้วหยดในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 6 เดือน พบว่า มีการงอก 66.67 และ 26.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การศึกษาครั้งนี้ มีแนวคิดที่จะเก็บรักษาพันธุ์กระจูดในลักษณะเมล็ดเทียมชนิด hydrated artificial seeds และเก็บรักษาในระยะสั้น โดยใช้หน่อกระจูดในสภาพปลอดเชื้อเป็นชิ้นส่วนพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตและเก็บรักษาเมล็ดเทียมกระจูด ได้แก่ ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตและระยะเวลาในการเก็บรักษา เพื่อชะลอการเจริญเติบโตของหน่อกระจูดในเมล็ดเทียม

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตต่อการงอกของเมล็ดเทียมกระจูด

กำหนดสิ่งทดลอง คือ โซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 1 2 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (w/v) เตรียมอาหารเหลวสูตร MS (Murashige and Skoog) ที่ปราศจากแคลเซียมคลอไรด์ แล้วเติมโซเดียมอัลจิเนต (Fluka®) ความเข้มข้น 4 ระดับตามสิ่งทดลอง ตัดหน่อกระจูดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ขนาด 5 มิลลิเมตร ลอยในอาหารเหลวทั้ง 4 สิ่งทดลอง ใช้ปิเปตต์ขนาด 5 มิลลิลิตร (ตัดปลายแหลมออก) ดูดหน่อกระจูดทีละหน่อหยดลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ เกิดเป็นเมล็ดเทียมตั้งไว้ 30 นาทีเพื่อให้เมล็ดเทียมแข็งตัว ตักเมล็ดเทียมใส่ในขวดน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วเพื่อล้างสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ติดมากับเมล็ดเทียมออก ทำการล้างเช่นนี้ 3 ครั้ง จากนั้นตักเมล็ดเทียมวางบนกระดาษกรอง

ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วเพื่อซับน้ำให้แห้ง นำเมล็ดเทียมวางบนสำลีชุ่มด้วยน้ำกลั่นในขวดเพาะเลี้ยงขนาด 60 มิลลิลิตร ขวดละ 3 เมล็ด สิ่งทดลองละ 4 ขวด วางในห้องเพาะเลี้ยงที่มีอุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ในสภาพที่มีแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ Phillips TL 40W จำนวน 2 หลอด บันทึกลักษณะของเมล็ดเทียม ระยะเวลาในการงอก จำนวนเมล็ดที่งอก และเปอร์เซ็นต์การงอก วิเคราะห์ความแปรปรวนแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) (Figure 1)

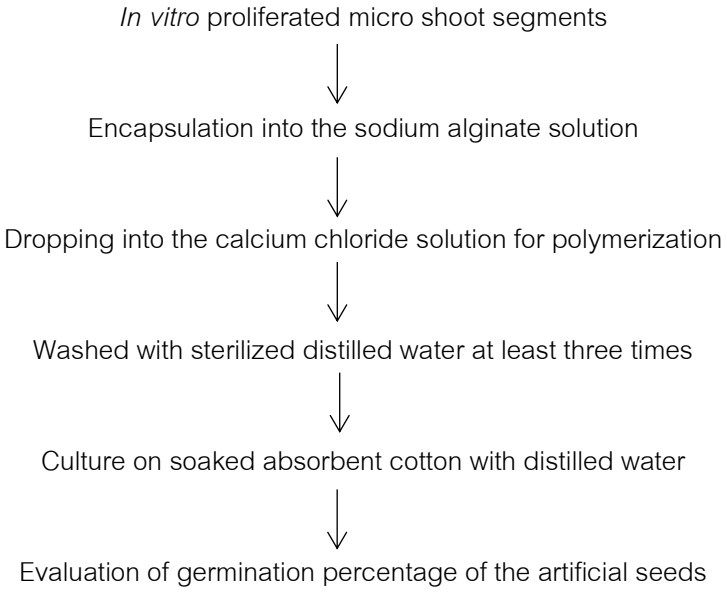


Figure 1 A flow chart for production of artificial seeds of *Lepironia articulata*

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการงอกของเมล็ดเทียมกระจูด

กำหนดสิ่งทดลองคือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดเทียม 3 6 และ 9 เดือน ผลิตเมล็ดเทียมเช่นเดียวกับในการทดลองที่ 1 โดยนำหน่อกระจูดขนาด 5 มิลลิเมตร ลอยในอาหารเหลวสูตร MS ที่ปราศจากแคลเซียมคลอไรด์ ที่เติมโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ หลังจากล้างเมล็ดเทียมและซับน้ำให้แห้ง นำเมล็ดเทียมวางบนสำลีชุ่มด้วยน้ำกลั่นในขวดเพาะเลี้ยงขนาด 60 มิลลิลิตร ขวดละ 3 เมล็ด สิ่งทดลองละ 5 ขวด แล้ววางในห้องเพาะเลี้ยงเช่นเดียวกับในการทดลองที่ 1 รักษาความชื้นของเมล็ดเทียมโดยเติมน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงบนสำลีทุก ๆ 1 เดือน หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 6 และ 9 เดือน ย้ายเมล็ดเทียมวางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2 เดือน บันทึกจำนวนเมล็ดที่งอก เปอร์เซ็นต์การงอก บันทึกจำนวนและความสูงของหน่อใหม่ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตต่อการงอกของเมล็ดเทียมกระจูด

ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตมีผลทำให้เมล็ดเทียมมีเปอร์เซ็นต์การงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดเทียมกระจูดที่หุ้มด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย

สูงสุด เท่ากับ 91.67 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ความเข้มข้น 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเท่ากันคือ 75.00 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติกับที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเท่ากับ 50.00 (Table 1) เมล็ดเทียมที่หุ้มด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 1 2 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ เริ่มงอกในสัปดาห์ที่ 1 3 6 และ 8 ตามลำดับ ลักษณะของเมล็ดเทียมที่หุ้มด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมีลักษณะเป็นเม็ดรูปไข่ ใส และนิ่ม ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมีรูปทรงกลม ใส แข็ง และบางเมล็ดมีโซเดียมอัลจิเนตส่วนเกินที่ทำให้เมล็ดเทียมมีรูปร่างไม่กลม และความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมีรูปทรงกลม ใส และแข็งมากกว่า ดังนั้น โซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเมล็ดเทียมกระจุด สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Naik and Chand (2006) และ Singh *et al*. (2009) ที่ใช้อาหารสูตร MS ที่เติมโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และหยดในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ ซึ่งการใช้โซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดเทียมมีลักษณะทรงกลม ใส และแข็งกว่าการใช้ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ การที่สารชั้นนอกซึ่งทำหน้าที่เสมือนเปลือกหุ้มเมล็ดมีความแข็งกว่า ส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการงอกช้ากว่า ซึ่งเป็นข้อดีในการเก็บรักษาพันธุ์พืชที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการชะลอการเจริญเติบโต

Table 1 Effect of different concentrations of sodium alginate on germination percentage of encapsulated shoots of *Lepironia articulata* after 2 months of culture.

Sodium alginate concentration (%)	Percentage of germination (%)
1	91.67[a]
2	75.00[ab]
3	75.00[ab]
4	50.00[b]
F-test	*
$LSD_{.05}$	26.73
C.V.(%)	23.79

* significant difference at $P \leq 0.05$

Data with the same letters within a column do not differ significantly by LSD at 0.05 level

ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการงอกของเมล็ดเทียมกระจุด

ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลทำให้เมล็ดเทียมกระจุดมีการงอกแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมล็ดเทียมกระจุดที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 73.33 แตกต่างกันทางสถิติกับที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 และ 9 เดือน ที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเท่ากับ 39.99 และ 19.99 ตามลำดับ (Table 2) มากกว่าการเก็บรักษาที่เวลา 6 และ 9 เดือน แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดเทียมมีอิทธิพลต่อการงอก กล่าวคือ ยิ่งใช้เวลาเก็บรักษานานขึ้นเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเทียมยิ่งลดลง สอดคล้องกับการทดลองของเปรมฤดี (2557) พบว่าเมล็ดเทียมกระจุดที่ห่อหุ้มด้วยโซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือนมีเปอร์เซ็นต์การงอก เท่ากับ 26.67 น้อยกว่าที่เวลา 3 เดือนที่มีเปอร์เซ็นต์

การงอกเท่ากับ 66.67 การทดลองของ Verma *et al*. (2010) พบว่าเมล็ดเทียมของ *Solanum nigrum* L. ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 60 วันมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 25 น้อยกว่าที่ 45 30 และ15 วัน ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 42 60 และ 92 ตามลำดับ และ Katouzi *et al.* (2011) พบว่าเมล็ดเทียมทานตะวันที่เก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 33 น้อยกว่าที่ 60 30 และ 15 วัน ที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 59 80 และ 90 ตามลำดับ เมล็ดเทียมกระจูดที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน มีการสร้างหน่อใหม่เฉลี่ย 4.30±0.67 หน่อ หน่อมีความสูงเฉลี่ย 4.70±0.37 เซนติเมตร (Table 2, Figure 1 A-C)

Table 2 Effect of different storage durations on germination performance of encapsulated shoots of *Lepironia articulata.*

Storage duration (months)	Percentage of germination (%)	Average shoot number (shoots)	Average shoot height (cm)
3	73.33[a]	4.30±0.67	4.70±0.37
6	39.99[b]	4.00±0.71	4.66±0.31
9	19.99[b]	3.50±0.71	4.65±0.71
F-test	**	-	-
$LSD_{.5}$	29.05	-	-
C.V.(%)	47.44	-	-

** significant difference at $P \leq 0.01$

Data with the same letters within a column do not differ significantly by LSD at 0.05 level

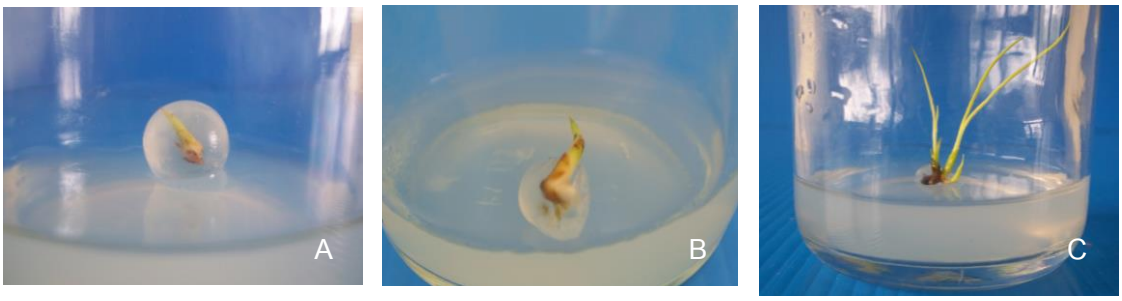


Figure 2 (A-C) Regrowth of encapsulated shoots of *Lepironia articulata* 2 months after placing the beads on MS medium containing 3 mg/L BA.

สรุป

1. ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตมีผลทำให้เมล็ดเทียมกระจูดมีการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดเทียมกระจูด คือ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์

2. ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลทำให้เมล็ดเทียมกระจูดมีการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดเทียมกระจูด คือ ระยะเวลา 3 เดือน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพัทลุง สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้ และสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดพัทลุง ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย ตามโครงการการขยายพันธุ์และเก็บรักษาพันธุ์พืชในพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง

เอกสารอ้างอิง

นรารัตน์ พรหมศร. 2547. **การขยายพันธุ์และเก็บรักษาต้นกล้วยหิน** (*Musa balbissiana* 'Kluai Hin') **ในสภาพปลอดเชื้อ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นฤมล ขุนวีช่วย. 2555. พลวัตการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าพรุควนเคร็ง, น.19-35. *ใน* **การจัดการและการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าพรุควนเคร็งอย่างยั่งยืน**. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

บุญยืน กิจวิจารณ์. 2544. **เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

เปรมฤดี ดำยศ. 2557. **การขยายพันธุ์และการอนุรักษ์พันธุกรรมกระจูด** [*Lepironia articulata* (Retz.) Domin] **ในพื้นที่ชุ่มน้ำพรุควนเคร็ง จังหวัดนครศรีธรรมราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วัชนะ บุญชัย และกิตติพงษ์ เกิดสว่าง. 2549. **การศึกษาพฤกษศาสตร์กกกระจูด** (*Lepironia articulata*) **เพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน**. ศูนย์รวมพรรณไม้ภาคตะวันออก องค์การสวนพฤกษศาสตร์, ระยอง.

สุภาคย์ อินทองคง. 2529. **หัตถกรรมกระจูดภาคใต้**. สถาบันทักษิณคดีศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

Anonymous. 2011. ***Lepironia articulata***. Available Source: http://www.survival.org.au/bf_Lepironia.php, April 23, 2012.

Ara, H., Jasiswall, U. and Jaiswal, V. S. 2000. Synthetic seeds: prospects and limitations. **Current Science** 78: 1438-1444.

Bapat, V. A. and Mhatre, M. 2005. **Bioencapsulation of somatic embryos in woody plants.** *In* **Protocol for Somatic Embryogenesis in Woody Plant**. (eds. S. M. Jain and P. K. Gupta), pp. 539-552. Dordrecht: Springer.

Cowie, I. D., Short, P. S. and Osterkamp, M. M. 2000. **Floodplain Flora: A Flora of the Coastal Floodplains of the Northern Territory, Australia**. Australian Biological Resources Study, Canberra.

David, A. S. and Tetsuo, K. 1998. **Flora of Thailand: Cyperaceae. Vol. 6 part 4**. Forest Herbarium, Royal Forest Department, Bangkok.

Katouzi, S. S. S., Majd, S., Fallahian, F. and Bernard, F. (2011). Encapsulation of shoot tips in alginate containg salicylic acid for cold preservation and plant regeneration in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Aust. J. Crop Sci**. 5(11):1469-1474.

Khor, E. and Loh, C. S. 2005. **Artificial seed, *In* Application of Cell Immobilization Biotechnology.** (eds. V. Nedovic and R. Willaert), pp. 527-537. Dordrecht:Springer.

Naik, S. K. and Chand, P. K. 2006. Nutrient-alginate encapsulation of *in vitro* nodal segments of pomegranate (*Punica granatum* L.) for germplasm distribution and exchange. **Scientia Horticulturae** 108: 247-252.

Rai, M. K., Jaiswal, V. S. and Jaiswal, U. 2008. Encapsulation of shoot tips of guana (*Psidium guajava* L.) for short-term storage and germplasm exchange. **Scientia Horticulturae** 118: 33-38.

Shi, L. C. 2010. ***Lepironia articulata* (Retzius) Domin**. FOC. 23: 171. Available Source: http://flora.huh.harvard.edu/china/mss/volume23/Flora_of_China_Vol_23_Cyperaceae_except_C arex.pdf, April 23, 2012.

Singh, S. K., Rai, M. K., Asthana, P., Pandey, S., Jaiswal, V. S. and Jaiswal, U. 2009. Plant regeneration from alginate-encapsulation shoot tips of *Spilanthes acmella* (L.) Murr., a medicinally important and herbal pesticidal plant species. **Acta Physiol Plant** 31: 649-653.

Srivastava, V., Khan, S. A. and Banerjee, S. 2009. An evaluation of genetic fidelity of encapsulated microshoots of the medicinal plant: Cineraria maritime following six months of storage. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** 99: 193-198.

Stevens, K. M. and Dowling, R. M. 2002. **Wetland Plants of Queensland**. CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria.

Verma, S. K., Rai, M. K., Athana, P., Jaiswal, V. S. and Jaiswal, U. 2010. *In vitro* plantlets from alginate-encapsulated shoot tips of *Solanum nigrum* L. **Scientia Horticulturae** 124: 517-521.

ประสิทธิภาพของเชื้อราขาว *Beauvaria bassiana* และเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ต่อตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Yamatotettix flavovittatus* (Hemiptera: Cicadellidae)

Efficacy of *Beauvaria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against adults of *Yamatotettix flavovittatus* (Hemiptera: Cicadellidae)

รักษ์สุดา คำดี[1] ปาริชาติ จำรัสศรี[1,2] และ ณิชานันท์ เกินอาษา[1,2*]

Raksuda Khamdee[1], Parichat Jamrutsri[1,2] and Nichanun Kernasa[1,2*]

บทคัดย่อ

การคัดเลือกไอโซเลทของเชื้อราขาว *Beauvaria bassiana* และเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ที่เข้าก่อโรคกับตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Yamatotettix flavovittatus* ที่ดีที่สุดที่ระดับความเข้าข้น $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ในช่วงระยะเวลา 5 วัน พบว่า เชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (NBCRCBB001) เชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากด้วงหมัดผัก (NBCRCBB002) และเชื้อราเขียว *M. anisopliae* แยกจากด้วงหนวดยาวอ้อย (NBCRCMA001) ทำให้ตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* มีอัตราการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิติกับเชื้อราเขียว *M. anisopliae* แยกจากด้วงแรดมะพร้าว (NBCRCMA002) เชื้อราเขียว *M. anisopliae* แยกจากดินในแปลงอ้อย (NBCRCMA004) และชุดควบคุม ผลการทดลองพบว่า เชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล(NBCRCBB001) ทำให้เพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงที่สุด เท่ากับ 96±4 การทดลองระดับความรุนแรงของเชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (NBCRCBB001) ที่ระดับความเข้มข้นระดับความเข้มข้น $1x10^5$,$1x10^7$ และ $1x10^9$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร ในช่วงระยะเวลา 5 วัน พบว่า ตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* มีอัตราการตาย 46.67, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) มีค่าเท่ากับ 1.52×10^5 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร ดังนั้น เชื้อราขาว *B. bassiana* (NBCRCBB001) จึงเป็นศัตรูธรรมชาติที่มีศักยภาพในการนำไปใช้เพื่อควบคุมเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* โดยชีววิธี

ABSTRACT

Screening assay of *Beauvaria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates against *Yamatotettix flavovittatus* adults was constructed. The result found that at spore suspension $1x10^8$ conidia/ml. for 5 days, *B. bassiana* isolated from brown planthopper (NBCRCBB001), *B. bassiana* isolated from flea beetle (NBCRCBB002) and *M. anisopliae* isolated from sugarcane longhorn stem borer (NBCRCMA001) showed percent mortality not significantly different from each other but significantly different from *M. anisopliae* isolated from coconut rhinoceros beetle (NBCRCMA002), *M. anisopliae* isolated from sugarcane soil (NBCRCMA004) and control. The result revealed that *B. bassiana* isolated from brown plant hopper (NBCRCBB001) showed the highest percent mortality 96±4 for 5 days. Virulence bioassay of *B. bassiana* (NBCRCBB001) at dissect spore suspensions: $1x10^5$, revealed that percent mortality of *Y. flavovittatus*$1x10^7$, $1x10^7$ and $1x10^9$ conidia/ml. adults was 46.67, 80 and 100. respectively. The Median Lethal Concentration (LC_{50}) analyzed experimentally was 1.52×10^5 conidia/ml. Thus, *B. bassiana* (NBCRCBB001) has the potential for use as biological control agent of *Y. flavovittatus*.

Keywords: entomopathogenic fungi, isolated screening, LC_{50}, biological control

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

[1]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[1]Department of Entomology, Faculty of Agriculture Kamphaengsaen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

[2]ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[2]National Biological Control Research Center, Central Regional Center, , Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

คำนำ

เชื้อราสาเหตุโรคของแมลง เช่น เชื้อราในสกุล *Metarhizium* และ *Beauveria* เป็นศัตรูธรรมชาติที่มีการนำไปใช้เพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชทางการเกษตรอย่างแพร่หลาย (Inglis *et al*., 2001) การเข้าทำลายของเชื้อราทั้งสองชนิดเกิดขึ้นด้วยการที่เอนโดสปอร์ที่ตกลงบนผนังลำตัวแมลง สร้าง germ tube และปล่อยเอนไซม์ย่อยผนังลำตัวแมลงและแทงเส้นใยเข้าไปในตัวแมลง จากนั้นเชื้อราจะสร้างเส้นใยกระจายไปทั่วลำตัวแมลง และทำให้แมลงตายในที่สุด (Hayek and St Leger,1994) เชื้อราทั้งสองชนิดนี้มีการนำไปใช้เพื่อควบคุมแมลงจำพวกปากดูดหลายชนิด เช่น เพลี้ยไฟ และเพลี้ยอ่อน (Shipp *et al*., 2003) Chandler (1997) รายงานว่าเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* สามารถเข้าทำลายเพลี้ยอ่อนกินรากผักกาดหอม*Pemphigus bursarius* Kichaoui *et al*. (2016) รายงานว่าเชื้อราขาว *Beauveria bassiana* สามารถฆ่าตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อนได้ 95-97% เมื่อเปรียบเทียบการสารฆ่าแมลงที่ทำให้ตัวเต็มวัยเพลี้ยอ่อนตายได้เพียง 50% เมื่อใช้ในแปลงไม้ผลและไม้ดอก

เพลี้ยจักจั่นอ้อย *Matsumuratettix hiroglyphicus* และเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Yamatotettix flavovittatus* ถูกพบว่าเป็นแมลงพาหะนำเชื้อไฟโตพลาสมาซึ่งก่อให้เกิดโรคใบขาวในอ้อยที่สำคัญ (Hanboonsong *et al*., 2006) โดยเพลี้ยจักจั่น *Y. flavovittatus* พบมีการระบาดในช่วงต่อเนื่องจากเพลี้ยจักจั่นอ้อย *M. hiroglyphicus* (ยุพาและคณะ, 2548) Thein *et al*. (2012) รายงานว่า เพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* สามารถเคลื่อนที่ในธรรมชาติได้ประมาณ 367.5 เมตร ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ไปได้ค่อนข้างไกลทำให้แมลงชนิดนี้สามารถกระจายตัวไปก่อโรคในแปลงอ้อยได้เป็นบริเวณกว้าง ดังนั้น การควบคุมเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* โดยชีววิธีจึงเป็นวิธีการที่ควรคำนึงถึงและนำไปปฏิบัติเพื่อควบคุมประชากรของแมลงชนิดนี้ในแปลงซึ่งเป็นวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรุนแรงของเชื้อราสาเหตุโรคของแมลงเพื่อการนำไปใช้ควบคุมเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* โดยชีววิธี

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมต้นอ้อย

นำท่อนพันธุ์อ้อยไปปลูกในกระถางขนาด 10 นิ้ว ใส่ดินให้ท่วมท่อนพันธุ์รดน้ำอย่างสม่ำเสมอ เป็นเวลา 2 เดือน หลังจากนั้นนำต้นอ้อยมาใช้ในการเพิ่มปริมาณเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

วิธีการเพิ่มปริมาณเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus*

เก็บตัวอย่างเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* จากแปลงปลูกอ้อย อำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร จากนั้นนำตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* เพศเมีย:เพศผู้ สัดส่วน 10:10 เลี้ยงบนต้นอ้อยที่ปลูกในกระถาง นำดินทรายใส่รอบๆ โคนต้นเพื่อให้เพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* วางไข่ ครอบด้วยกรงพลาสติกใสทรงกระบอก และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-90 % เมื่อแมลงวางไข่ให้แยกตัวเต็มวัยออกจากกรง และเลี้ยงแมลงรุ่นลูกเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การเพาะเลี้ยงเชื้อราขาว *Beauveria bassiana* และเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae*

นำเชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (NBCRCBB001)และเชื้อราขาว *B. bassiana* แยกจากด้วงหมัดผัก (NBCRCBB002) และเชื้อราเขียว *M. anisopliae* ทั้ง 3 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่แยกจากด้วงหนวดยาวอ้อย (NBCRCMA001)

เชื้อราเขียว *M. anisopliae* ที่แยกจากด้วงแรดมะพร้าว (NBCRCMA002) และเชื้อรา *M. anisopliae* ที่แยกจากดินในแปลงอ้อย (NBCRCMA004) ซึ่งเป็นเชื้อที่ผ่านการแยกบริสุทธิ์มาเลี้ยงบนอาหาร Potata Dextrose Agar (PDA) เพื่อเพิ่มจำนวน และบ่มที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เมื่อเชื้อรามีอายุ 14-21 วัน จึงนำมาใช้ในการทดลอง

การเตรียมสารแขวนลอยของเชื้อราเพื่อใช้ในการทดลอง

เตรียมสารแขวนลอยโคนิเดียเชื้อรา ทำโดยนำเชื้อราที่เลี้ยงไว้มาล้างเชื้อ ซึ่งการล้างโคนิเดียแต่ละครั้งใช้น้ำ 5 มิลลิลิตร การล้างเชื้อราเริ่มจากการนำปิเปตดูดน้ำที่ผสม Triton X 0.05 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 45 ไมโครลิตร ไปล้างโคนิเดียในจานอาหารเลี้ยงเชื้อครั้งแรกก่อน ใช้ช้อนสแตนเลส ถูที่ผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อในบริเวณที่มีสปอร์ ดูดสปอร์แขวนลอยใส่ในขวดแก้ว จากนั้นใส่น้ำไปในจาน อาหารเลี้ยงเชื้ออีก 2 มิลลิลิตร ล้างอีกหนึ่งครั้ง แล้วดูดสปอร์ใส่ในขวดแก้ว จะได้สารแขวนลอยเชื้อราเพื่อใช้ในการทดลอง

การปรับระดับความเข้มข้นของเชื้อรา

นำปิเปตดูดน้ำที่ผสม Triton X 0.05 เปอร์เซ็นต์ ใส่ลงใน vial หลอดละ 900 ไมโครลิตร จำนวน 3 หลอด ดูดโคนิเดียแขวนลอย 100 ไมโครลิตรที่เตรียมไว้จากข้อที่แล้วใส่ใน vial ที่เตรียมไว้ (เจือจาง 10 เท่า) จากนั้นดูดโคนิเดียแขวนลอยจาก vial ที่เจือจาง 10 เท่า มา 100 ไมโครลิตร ใส่ใน vial อีกหลอดหนึ่งที่เตรียมไว้ (เจือจาง 100 เท่า) ตรวจความเข้มข้นด้วย Haemacytometer ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 100 เท่า และทำการปรับความเข้มข้นของโคนิเดียแขวนลอยที่ระดับความเข้มข้นที่ต้องการ

การทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* ของเชื้อราขาว *Beauveria bassiana* และเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ในแต่ละไอโซเลท

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 6 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 น้ำกลั่นผสมกับ Triton X 0.05 เปอร์เซ็นต์ (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 เชื้อราขาว *Beauveria bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (NBCRCBB001)

กรรมวิธีที่ 3 เชื้อราขาว *Beauveria bassiana* ที่แยกจากด้วงหมัดผัก (NBCRCBB002)

กรรมวิธีที่ 4 เชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ที่แยกจากด้วงหนวดยาวอ้อย (NBCRCMA001)

กรรมวิธีที่ 5 เชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ที่แยกจากด้วงแรดมะพร้าว (NBCRCMA002)

กรรมวิธีที่ 6 เชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ที่แยกจากดินในแปลงอ้อย (NBCRCMA004)

นำตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* ใส่ลงไปในกระปุกพลาสติกที่เตรียมไว้แล้ว กระปุกละ 10 ตัว จากนั้นนำสารโคนิเดียแขวนลอยในแต่ละกรรมวิธีที่ปรับระดับความเข้มข้นเป็น $1x10^8$ โคนิเดียต่อมิลลิลิตร ตามการทดลองของ Li *et al*. (2012) ที่ทดลองเชื้อราทั้งสองชนิดกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* Stal โดยใช้การพ่นด้วยความเข้มข้นมาตรฐานที่ $1x10^8$ โคนิเดียต่อมิลลิลิตร ใส่ใน vial ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว นำมาหยดบนอกแมลงโดยใช้ปิเปตปริมาตร 1 ไมโครลิตร จำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว หลังจากหยดเชื้อราเรียบร้อยแล้ว ให้นำใบอ้อยใส่ให้เป็นอาหารของเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* นำไปวางที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) บันทึกผลการทดลองเป็นเวลา 7 วัน จนเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* ตายและพบโคนีเดียเชื้อรางอกออกมา ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบความรุนแรงของเชื้อราต่อตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus*

ทำการทดสอบความรุนแรงของเชื้อราไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการทดลองก่อนหน้า โดยใช้ความเข้มข้นของแต่ละเชื้อที่แตกต่างกัน 6 กรรมวิธี ดังนี้ คือความเข้มข้น 1×10^{5}, 1×10^{7} และ 1×10^{9} โคนิเดีย/มิลลิลิตร และชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นผสม Triton X 0.05 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำเชื้อราแต่ละกรรมวิธีไปหยดบนหลังตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* ปริมาตร 1 ไมโครลิตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส บันทึกผลการทดลองเป็นเวลา 7 วัน จนเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* ตายและพบโคนีเดียเชื้อรางอกออกมา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* ของเชื้อราขาว *Beauveria bassiana* และเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ในแต่ละไอโซเลท

การทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายเพลี้ยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* ของเชื้อรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ที่ต่างไอโซเลทกัน ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^{8} โคนิเดีย/มิลลิลิตร ในช่วงระยะเวลา 5 วัน พบว่า เชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (NBCRCBB001) ทำให้เพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงที่สุด 96±4 รองลงมาคือเชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากด้วงหมัดผัก (NBCRCBB002), เชื้อราเขียว *M. anisopliae* แยกจากด้วงหนวดยาวอ้อย (NBCRCMA001) และเชื้อราเขียว *M. anisopliae* แยกจากด้วงแรดมะพร้าว (NBCRCMA002) โดยมีอัตราการตายเฉลี่ย 84±7.48, 76±7.48 และ 52±14.97 ตามลำดับ ลำดับสุดท้าย คือ เชื้อราเขียว *M. anisopliae* แยกจากดินในแปลงอ้อย (NBCRCMA004) ทำให้เพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* มีเปอร์เซ็นต์การน้อยที่สุด โดยมีอัตราการตายเฉลี่ย 32±4.90 (Table 1) ผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกันกับ Wang and Zheng (2012) ที่รายงานว่าเชื้อราขาว *B. bassiana*-CYT5 ความเข้มข้น 1×10^{8} โคนิเดีย/มิลลิลิตร ทำให้ เพลี้ยไฟตะวันตก *Franklimiella occidentalis* มีอัตราการตาย 93.08 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 6 วัน ในขณะที่ Maketon *et al*. (2008) ที่ทำการทดสอบเชื้อราขาว *B. bassiana* สายพันธุ์ CKB-001 เชื้อราขาว *B. bassiana* สายพันธุ์ CKB-048 เชื้อราขาว *B. bassiana* สายพันธุ์ CKB-095 เชื้อรา *Hirsutella citriformis* สายพันธุ์ CKH-001 เชื้อรา *Verticillium lecanii* สายพันธุ์ CKV-053 เชื้อราเขียว *M. anisopliae* สายพันธุ์ CKM-048 เชื้อราเขียว *M. anisopliae* สายพันธุ์ CKM-051 เชื้อราเขียว *M. anisopliae* สายพันธุ์ CKM-036 เชื้อราเขียว *M. anisopliae* สายพันธุ์ CKM-007 เชื้อรา *M. flavoviridae* สายพันธุ์ CKM-083 เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* สายพันธุ์ CKP-012 และเชื้อรา *P. fumosoroseus* สายพันธุ์ CKPF-095 ด้วยการหยดลงบนใบมะเขือ ด้วยความเข้มข้น 5×10^{6} โคนิเดีย/มิลลิลิตร แล้วนำไปให้เพลี้ยจักจั่น *Amrasca biguttula biguttula* Ishida กิน พบว่า เชื้อราเขียว *M. anisopliae* CKM-048 มีความรุนแรงสูงที่สุดและทำให้เพลี้ยจักจั่นมีอัตราการตาย เท่ากับ 73.33±10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเชื้อราเขียว *M. anisopliae* มีประสิทธิภาพดีกว่าเชื้อราขาว *B. bassiana* แต่ให้ผลคืออัตราการตายของเพลี้ยจักจั่น *A. biguttula biguttula* ไม่ถึง 80% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ได้รับแสดงให้เห็นว่าเชื้อราขาว *B. bassiana* ในประเทศไทยให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าอย่างเห็นได้ชัด โดยเชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (NBCRCBB001) และเชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากด้วงหมัดผัก

(NBCRCBB002) ทำให้เพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* มีเปอร์เซ็นต์การตาย เท่ากับ 96±4 และ 84±7.48 ตามลำดับ และให้ผลดีกว่าเชื้อราเขียว *M. anisopliae* เมื่อใช้กับแมลงชนิดปากดูด

Table 1 Percent mortality of *Yamatotettix flavovittatus* adults after topical application conidia concentrations of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates

Isolates	Percent mortality±S.D.[1/]
Control	0.00[a]
B. bassiana (NBCRCBB001)	96.00±4.00[b]
B. bassiana (NBCRCBB002)	84.00±7.48[b]
M. anisopliae (NBCRCMA001)	76.00±7.48[b]
M. anisopliae (NBCRCMA002)	52.00±14.97[c]
M. anisopliae (NBCRCMA004)	32.00±4.90[c]

[1/] The same letters in the same column were not differently significant (P>0.05) with Duncan's Multiple-Range Test, (DMRT)

การทดสอบความรุนแรงของเชื้อราต่อตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus*

การทดลองระดับความรุนแรงของเชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (NBCRCBB001) ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ในช่วงระยะเวลา 5 วัน ผลการทดลอง พบว่า ระดับความเข้มข้น $1x10^5$, $1x10^7$ และ $1x10^9$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร เชื้อราขาว *B. bassiana* (NBCRCBB001) สามารถเข้าก่อโรคกับตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* ได้ โดยมีอัตราการตาย 46.67, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าความเป็นพิษ (Median lethal concentration; LC_{50}) มีค่าเท่ากับ 1.52×10^5 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร ที่ Probit analysis แสดงค่า R^2 เท่ากับ 1 (Figure 1) การที่ไม่นำเชื้อราเขียวมาทดสอบด้วยเนื่องจากจำนวนแมลงที่ใช้ทดสอบมีไม่เพียงพอ

Table 2 Virulence bioassay of *B. bassiana* (NBCRCBB001) against *Y. flavovittatus* adults at three concentration levels

Concentration (conidia/ml)	Mortality (%)	LC_{50} (conidia/ml)	95%Fiducial CI	
			Lower	Upper
$1x10^5$	46.67	$1.52x10^5$	$1.02x10^4$	$2.23x10^6$
$1x10^7$	80			
$1x10^9$	100			
Control	0.00			

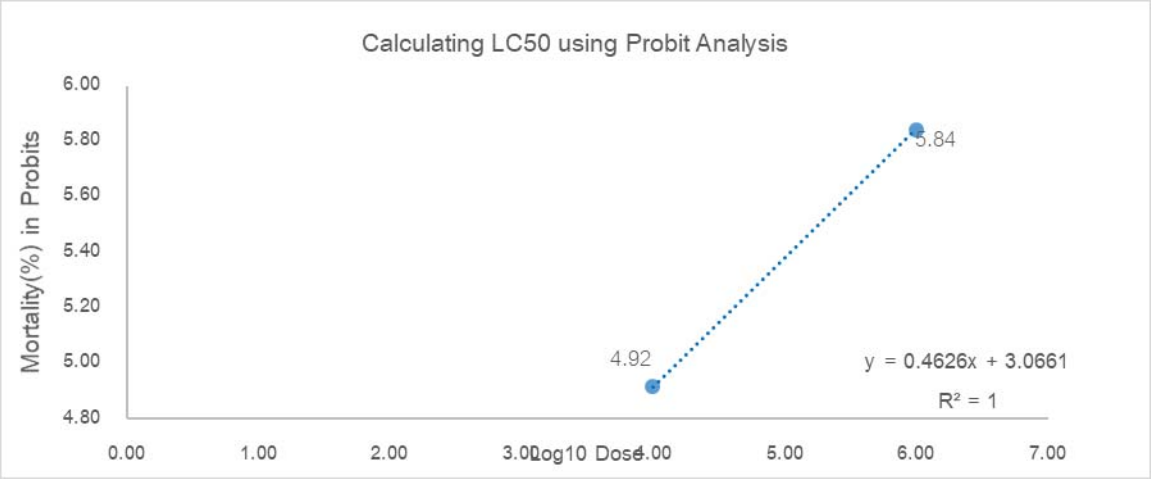


Figure 1 Median lethal concentration (LC_{50}) of *Beauveria bassiana* (NBCRCBB001) calculated by Probit analysis

ซึ่งค่า LC_{50} ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่า LC_{50} ของเชื้อราขาว *B. bassiana* กับ กับเพลี้ยอ่อนข้าวสาลี *Schizaphis graminum* เท่ากับ 2.1×10^5 โคนิเดีย/มิลลิลิตร กับเพลี้ยอ่อน *Metapolophium dirhodum* เท่ากับ 3.3×10^5 โคนิเดีย/มิลลิลิตร และ กับเพลี้ยอ่อน *Sitobion avenae* เท่ากับ 1.1×10^5 โคนิเดีย/มิลลิลิตร และมีค่า LC_{50} ต่างจากเพลี้ยอ่อนข้าวสาลีรัสเซีย *Diuraphis noxia* เท่ากับ 8.2×10^4 โคนิเดีย/มิลลิลิตร แตกต่าง 10 เท่า และแตกต่างจากค่า LC_{50} กับเพลี้ยอ่อนข้าวโพด *Rhopalosiphum maidis* เท่ากับ 2.1×10^6 โคนิเดีย/มิลลิลิตร และ เพลี้ยอ่อน *Rhopalosiphum padi* เท่ากับ 3.3×10^6 โคนิเดีย/มิลลิลิตร 10 เท่า (Feng *et al*.. 1990) ซึ่งค่า LC_{50} ที่ได้จากการทดลองอยู่ในระดับใกล้เคียงกันเมื่อใช้เชื้อราขาว *B. bassiana* กับแมลงปากดูด

ดังนั้น เชื้อราขาว *B. bassiana* (NBCRCBB001) จึงนับเป็นเชื้อราที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดที่สามารถนำไปใช้เพื่อควบคุมเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus*

สรุป

เชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (NBCRCBB001) เป็นไอโซเลทที่ทำให้ตัวเต็มวัยเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงที่สุด เท่ากับ 96±4 ที่ระดับความเข้มข้น $1x10^8$ โคนิเดีย/มิลลิลิตร มีค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) เท่ากับ 1.52×10^5 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร โดยการนำไปใช้ประโยชน์สามารถใช้ที่ระดับความเข้มข้น $1x10^7$ โคนิเดียต่อมิลลิลิตร และปรับระดับความเข้มข้นได้ถึง $1x10^9$ โคนิเดียต่อมิลลิลิตร ซึ่งจะทำให้เพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* ตายได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการผลิตเชื้อรา

จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเชื้อราขาว *B. bassiana* ที่แยกจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (NBCRCBB001) เป็นไอโซเลทที่ดีที่สุดในการนำไปใช้เพื่อควบคุมเพลี้ยจักจั่นหลังขาว *Y. flavovittatus* แมลงพาหะนำโรคใบขาวอ้อยโดยชีววิธีได้

เอกสารอ้างอิง

ยุพา หาญบุญทรง, วรรณภา ฤทธิสนธ์ และชุตินันท์ ชูสาย. 2548. การตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อยในเพลี้ยจักจั่นและการถ่ายทอดโรคโดยเทคนิคทางชีวโมเลกุล. **วารสารวิจัย มข**. 10 (1): 13-21.

Chandler, D. 1997. Selection of an isolate of the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* virulent to the lettuce root aphid, *Pemphigus bursarius*. **Biocontrol Science and Technology** 7 (1): 95-104.

Feng, M.G., J.B. Johnson and L.P. Kish. 1990. Virulence of *Verticillium lecanii* and an aphid-derived isolate of *Beauveria bassiana* (Fungi: Hyphomycetes) for six species of cereal-infesting aphids (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology** 19 (3): 815–820.

Hanboonsong, Y., W. Ritthison, C. Choosai and P. Sirithorn. 2006. Transmission of sugarcane white leaf phytoplasma by *Yamatotettix flavovittatus*, a new leafhopper vector. **Journal of Economic Entomology**. 99 (5): 1531-1537.

Hayek, A.E. and R.J. St Leger. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. **Annual Review of Entomology**. 39: 293-322.

Kichaoui, A.E., N. Fayyad, A.E. Hayek, F. Mosleh, N. Amara, W. Shehada, E. Youssief and M.E. Hindi. 2016. *In vitro*, alternative methods to the biological control of the aphids by entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* isolates from Gaza strip. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. 5 (10): 537-543.

Maketon, M., P. Orosz-Coghlan and D. Hotaga, 2008. Field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (metschnikoff) sorokin in controlling cotton jassid (*Amrasca biguttula biguttula* Ishida) in aubergine (*Solanum aculeatissimum* Jacq.). **International Journal of Agriculture and Biological Sciences**. 10: 47–51.

Inglis, G.D., M.S. Goettel, T.M. Butt and H. Strasser. 2001. Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. In Butt, T.M., C. Jackson and N. Magan (eds). Fungi as biocontrol agents: progress problems and potential. **New York: CAB International** p. 23–69.

Shipp, J.L., Y. Zhang, D.W.A. Hunt and G. Ferguson. 2003. Influence of humidity and greenhouse microclimate on the efficacy of *Beauveria bassiana* (Balsamo) for control of green- house arthropod pests. **Environmental Entomology**. 32:1154–1163.

Thein, M.M., T. Jamjanya and Y. Hanboonsong. 2012. Dispersal of the leafhoppers *Matsumuratettix hiroglyphicus* and *Yamatotettix flavovittatus* (Homoptera: Cicadellidae), vectors of sugarcane white leaf disease. **Applied Entomology and Zoology** 47 (3): 255–262.

Wang, J. and C. Zheng. 2012. Characterization of a newly discovered *Beauveria bassiana* isolate to *Franklimiella occidentalis* Perganda, a non-native invasive species in China. **Microbiological Research** 167: 116–120.

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารแอนโทไซยานิน และ ฟีนอลิกรวม ในพืชสกุล *Vigna* 15 พันธุ์

Antioxidant Activity Anthocyanin and Total Phenolic in Fifteen *Vigna* Accessions

ประภาสิริ องค์รักษ์[1*] สมนึก พรมแดง[2] สนธิชัย จันทร์เปรม[1] อนุรักษ์ อรัญญนาค[1] กนกวรรณ เที่ยงธรรม[1] ประกิจ สมท่า[1] และ พรศิริ เลี้ยงสกุล[1]

Prapasiri Ongrak[1*], Somnuk Promdang[2], Sonthichai Chanprame[1], Anuruck Arunyanark[1], Kanokwan Teingtham[1] Prakit Somta[1] and Ponsiri Liangsakul[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางโภชนเภสัชของส่วนสกัดเมล็ดพืชตระกูลถั่วในสกุล *Vigna* พันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่าจำนวน 15 พันธุ์ โดยศึกษาสารสำคัญและคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ นำเมล็ดมาวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินและฟีนอลิกรวมด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และทดสอบคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH assay ผลการทดลอง พบว่า *V. stipulacea* ซึ่งเป็นถั่วพันธุ์ป่ามีปริมาณสารแอนโทไซยานินและฟีนอลิกรวมสูงที่สุด คือ 4.46 µg/gDW และ 114.36 mg GAE/gDW bean extract ตามลำดับ สำหรับคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า พืชสกุล *Vigna* พันธุ์ป่า ได้แก่ *V. umbellata* และ *V. tenuicualis* มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงที่สุด คือ 85.56 และ 83.12 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.016 และ 0.018 mg/mL ตามลำดับ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำพืชสกุล *Vigna* ไปพัฒนาเป็นอาหารเสริมสุขภาพ เวชสำอาง หรือเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์พืชสกุลนี้ต่อไป

ABSTRACT

The present study aimed to investigate the nutraceutical property of the crude seed extracts of fifteen cultivated and wild *Vigna*. The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replicates. HPLC was used to quantify the anthocyanin and total phenolic in the seed extracts and the DPPH assay was used to measure the reducing ability of antioxidants toward radical. Results showed that the wild *Vigna*, *V. stipulacea*, contained the highest anthocyanin and total phenolic content at 4.46 µg/gDW and 114.36 mgGAE/gDW, respectively. We found that two wild species, *V. umbellata* and *V. tenuicualis* exhibited the highest antioxidant activity, which was determined by the DPPH radical scavenging ability, at 85.56 and 83.12% inhibition, respectively. Evaluation of the 50% inhibitory concentration (IC_{50}) of these two wild-types showed low value at 0.016 and 0.018 mg/mL, respectively. This results provide useful information for the selection of suitable *Vigna* species for health supplements, cosmetics and further use in the *Vigna* breeding program.

Keywords: *Vigna*, antioxidant activity, nutraceutical property

*Corresponding author; **prapasiri1994@gmail.com**

[1] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Kampeng Sean, Kasetsart University Kampeng Sean campus, Kampeng Sean, Nakornpathom, 73140

[2] หน่วยวิเคราะห์วิจัยพฤกษเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน
Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

คำนำ

พืชในสกุล *Vigna* โดยเฉพาะชนิดที่เป็นพันธุ์ปลูก เช่น ถั่วเขียวผิวมัน (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) ถั่วเขียวผิวดำ (*Vigna mungo* (L.) Hepper) ถั่วอะซูกิ (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi) และถั่วนิ้วนางแดงหรือถั่วแดง (*Vigna umbellata* (Willd.) Ohwi & Ohashi) เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่สูงแต่มีไขมันในปริมาณต่ำ ซึ่งเหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นอาหารหรือผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพสำหรับผู้นิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ หรือผู้สูงอายุและผู้ป่วยโรคเบาหวาน นอกจากพืชในสกุลนี้จะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงแล้วยังประกอบด้วยสารสำคัญที่มีคุณสมบัติเป็นยาหรือมีคุณสมบัติทางด้านโภชนเภสัชด้วย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ และสารที่มีคุณสมบัติบรรเทาอาการโรคเบาหวาน มีรายงานวิจัยพบว่า ในสารสกัดของเมล็ดถั่วเขียวประกอบด้วยสารในกลุ่ม phenolic ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสาร antioxidant และยังมีสารที่ช่วยบรรเทาอาการของโรคเบาหวานด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถั่วเขียวเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ (Anwar *et al*., 2007) มีรายงานวิจัยพบว่าเปลือกถั่วเขียว (hull) คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีเช่นกันเมื่อเทียบกับ α -tocopherol หรือวิตามินอีที่มีขายในเชิงการค้า (Duh *et al*., 1997) เนื่องจากการศึกษาวิจัยทางด้านโภชนาการและโภชนเภสัชในพืชตระกูลถั่วสกุล *Vigna* ส่วนใหญ่จะศึกษาวิจัยในถั่วเขียวเป็นหลัก แต่การศึกษาวิจัยในถั่วชนิดที่เป็นพันธุ์ปลูกชนิดอื่นๆ และพันธุ์ป่ายังมีน้อยมาก แต่ได้มีรายงานเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์โดยทั่วไป เช่น นำฝักสด เมล็ด หรือต้นอ่อนไปประกอบเป็นอาหาร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติทางโภชนเภสัชของพืชตระกูลถั่วสกุล *Vigna* เพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดงานวิจัยในด้านการนำไปใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพหรือในด้านเวชสำอางของถั่วพันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่าที่มีอยู่ในประเทศไทย เพื่อการใช้ประโยชน์พืชในกลุ่ม Asian *Vigna* ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างพืชที่นำมาศึกษา

เมล็ดพันธุ์พืชสกุล *Vigna* 15 พันธุ์ ได้รับความอนุเคราะห์มาจาก ผศ.ดร. ประกิจ สมท่า ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน โดยมีแหล่งที่มาของเชื้อพันธุกรรมจาก Gene Bank, National Agriculture and Food Research Organization ประเทศญี่ปุ่น ปลูกทดสอบในแปลงทดลองภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยปลูกระหว่างเดือนกันยายน 2559 ถึงเดือนมกราคม 2560 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ ในการดูแลรักษาได้ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 เมื่อต้นถั่วอายุประมาณ 3 สัปดาห์ และโรยปุ๋ยคอกอัดเม็ดเมื่อถั่วเริ่มออกดอก ฉีดยาป้องกันแมลงศัตรูพืช 1 ครั้ง เมื่อถั่วเริ่มติดฝัก เก็บเกี่ยวผลิตเมื่อฝักสุกแก่เต็มที่ และเก็บรักษาเมล็ดพืชสกุล *Vigna* 15 พันธุ์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป โดยพืชที่นำมาศึกษาทั้งพันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่ามีรายละเอียดดังนี้

พืชสกุล *Vigna* พันธุ์ปลูก 7 ชนิด ได้แก่ ถั่วเขียวผิวมัน (*V. radiata* (L.) Wilczek) ถั่วเขียวผิวดำ (*V. mungo* (L.) Hepper ชนิดผิวด้านและผิวมัน) ถั่วนิ้วนางแดง (*V. umbellata* (Willd.) Ohwi & Ohashi ชนิดเยื่อหุ้มเมล็ดสีเหลืองและแดง) ถั่วมอธ (*V. aconitifolia* (Jacq.) Marechal) และ ถั่ว cowpea (*V. unguiculata* (L.) Walp.)

พืชสกุล *Vigna* พันธุ์ป่า 8 ชนิด ได้แก่ *V. radiata* var. *sublobata V. tenuicaulis V. umbellata V. grandiflora V. mungo* var. *silvestris V. stipulacea V. trilobata* และ *V. trinervia* โดยพันธุ์ป่าที่เลือกมาศึกษาในการทดลอง

นี้ให้ผลผลิตเมล็ดเพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางโภชนเภสัชและสารสำคัญต่างๆ และการที่เลือกพันธุ์ป่าเหล่านี้มาวิจัยเนื่องจากต้องการศึกษาความแปรปรวนในลักษณะต่างๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพันธุ์หรืองานวิจัยที่เกี่ยวกับพืชสกุลนี้ต่อไป

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางโภชนเภสัชของพืชสกุล *Vigna*

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total phenolic)

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกรวม วิเคราะห์ตามวิธีการของ Peng (2008) โดยนำเมล็ดบดละเอียดมาสกัดด้วย 70% เอทานอล กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 นำส่วนใสไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง rotary evaporator และระเหยตัวทำละลายอีกครั้งด้วยเครื่อง freeze dryer จากนั้นนำส่วนสกัดหยาบของเมล็ดมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 100 ppm แล้วนำไปทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent และ sodium carbonate 20% (w/v) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 760 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยปริมาณ total phenolic คำนวณจากสมการที่ได้จาก standard curve ของสารมาตรฐาน gallic acid และปริมาณ total phenolic รายงานในหน่วยของ gallic acid equivalents (mgGAE/gDW of bean extracts)

การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin)

สกัดสารจากตัวอย่างเมล็ดตามวิธีการของ Abdel-Aal (1999) โดยสกัดด้วย acid-ethanol solution (pH 1.0) กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 และกรองอีกครั้งด้วย syringe membrane filter วิเคราะห์ปริมาณสารโดยใช้เทคนิค High performance liquid chromatography (HPLC) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Anwar (2007) โดยใช้เครื่อง HPLC รุ่น Waters 600E ใช้ photodiode array เป็น detector และคอลัมน์ที่ใช้ คือ reversed phase (C18) column ขนาด 3.9 x 150 มิลิเมตร เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ที่ใช้คือสารละลายผสมระหว่าง solvent A (0.1% formic acid ในน้ำ) และ solvent B (0.1% formic acid ใน acetonitrile) โดยในช่วง 38 นาทีแรก ค่อยๆ เพิ่มสัดส่วนของ solvent B จาก 5% จนถึง 25% จากนั้นตั้งแต่นาทีที่ 38-55 ค่อยๆ เพิ่มสัดส่วนของ solvent B จนถึง 90% โดยอัตราการไหลของ mobile phase คือ 10 µL/min ความยาวคลื่นที่ใช้สำหรับตรวจวัดสาร คือ 550 nm สารมาตรฐานที่ใช้ในการทำ calibration curve คือ cyanidin-3-O-glucoside และ pelargonidin-3-O-glucoside

การทดสอบคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging assay

ทดสอบโดยดัดแปลงจากวิธีการของ Wollinger *et al*. (2016) และใช้ gallic acid ความเข้มข้น 1 mg/mL ใน 80% Ethanol เป็น positive control นำตัวอย่างส่วนสกัดมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 1.0 mg/mL แล้วนำมาผสมกับสารละลาย DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryhydrazyl) 0.1 mg/mL ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา 1 ชั่วโมง แล้วจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 517 nm ค่าการยับยั้ง DPPH radical คำนวณจากสมการ %Inhibition = [(Acontrol – Asample) / Acontrol] x 100 ซึ่ง Acontrol คือ ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลาย DPPH ที่ความยาวคลื่น 517 nm และค่า Asample คือ ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายตัวอย่างส่วนสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ จะถูกนำไปหาค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (IC_{50}) โดยการนำส่วนสกัดมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.2 0.4 0.6

0.8 1.0 mg/mL แล้วนำไปทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง DPPH จากนั้นสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระและความเข้มข้นของตัวอย่างเพื่อหาค่า IC_{50}

ผลและวิจารณ์การทดลอง

ปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total phenolic) ในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* 15 พันธุ์

ปริมาณสารฟีนอลิกรวมในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* 15 พันธุ์ มีค่าอยู่ในช่วง 13.97-114.36 mgGAE/gDW bean extract (Figure 1) และพบว่าถั่วพันธุ์ป่า *V. stipulacea* มีปริมาณสารฟีนอลิกรวมสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 114.36 mgGAE/gDW bean extract และรองลงมาคือ ถั่วพันธุ์ป่า *V. radiata* var. *sublobata V. umbellata V. tenuicaulis V. trinervia* และ *V. grandifera* ซึ่งมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมในปริมาณ 97.3 95.19 92.54 89.89 84.61 mgGAE/gDW bean extract ตามลำดับ สำหรับถั่วพันธุ์ปลูก พบว่า ถั่วนิ้วนางแดงทั้งชนิดที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเหลืองและสีแดง (*V. umbellate*; yellow seedcoat) และ *V. umbellate*; red seedcoat) มีปริมาณสารฟีนอลิกรวมสูงที่สุด เท่ากับ 61.98 และ 56.43 mgGAE/gDW bean extract ตามลำดับ รองลงมาคือ ถั่วเขียวผิวดำชนิดที่มีผิวมัน (*V. mungo* L. Hepper; glossy black gram) และถั่วเขียวผิวดำชนิดที่มีผิวด้าน (*V. mungo* L. Hepper; dull black gram) มีปริมาณสารฟีนอลิกรวมเท่ากับ 45.35 และ 40.95 mgGAE/gDW bean extract ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าถั่ว cawpea (*V. unguiculata* (L.) walp) ถั่วเขียวผิวมัน (*V. radiata* L. Wilczek) ถั่วมอธ (*V. aconitifolia* (Jacq.) Marechal) มีปริมาณสารน้อยที่สุด เท่ากับ 29.58 28.52 และ 13.97 mgGAE/gDW bean extract ตามลำดับ จากการทดลองนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่า พบว่าพืชสกุล *Vigna* พันธุ์ป่ามีปริมาณสารฟีนอลิกรวมสูงกว่าพันธุ์ปลูก ซึ่งอาจเนื่องมาจากพืชสกุล *Vigna* พันธุ์ป่ามีความต้านทานต่อโรคและแมลงสูงกว่าพันธุ์ปลูก จึงอาจเป็นไปได้ว่าเพื่อความอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมพืชกลุ่มนี้จึงสร้างสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิกในปริมาณที่สูงกว่านั่นเอง

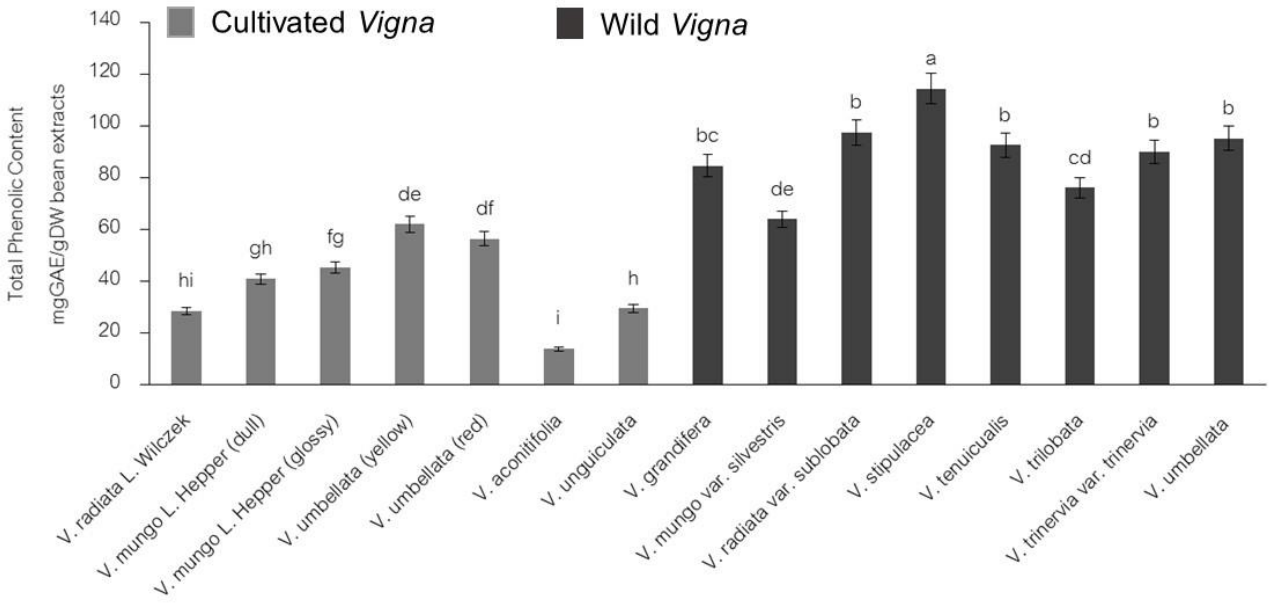


Figure 1 Total phenolic content in seeds of 15 *Vigna* species: Means in the same letter are not different at $P<0.05$. Error bars present a standard error of the mean.

ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) **ในเมล็ดพืชสกุล** *Vigna* 15 **พันธุ์**

ปริมาณสาร anthocyanin ชนิด cyanidin-3-O-glucoside ในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* 15 พันธุ์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.15-4.46 µg/mgDW และ *V. stipulacea kuntze* มีปริมาณสาร cyanidin-3-O-glucoside มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 4.46 µg/mgDW รองลงมาคือ *V. grandifera V. trinervia V. mungo* (L.) Hepper (dull black gram) *V. mungo* (L.) Hepper (glossy black gram) *V. umbellata* (red seed coat) *V. trilobata V. tenuicaulis* และ *V. mungo* var. *silvestris* มีปริมาณสารเท่ากับ 2.28 1.71 0.95 1.08 0.67 0.61 0.36 และ 0.15 µg/mgDW ตามลำดับ ส่วน *V. radiata* var. *sublobata V.umbellata V. radiata* (L.) Wilczek *V. umbellata* (yellow seed coat) *V. aconitifolia* (Jacq.) Marecal และ *V. uncuiculata* (L.) Walp ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณสารได้ และสำหรับปริมาณสาร pelargonidin-3-O-glucoside มีเพียง *V. trilobata* ชนิดเดียวที่สามารถตรวจวัดปริมาณได้ ซึ่งมีค่า 0.008 µg/mgDW ซึ่งพบในปริมาณที่น้อยมาก (Figure 2) นอกจากนี้พบว่าพืชสกุล *Vigna* ที่สามารถตรวจพบสาร anthocyanin ส่วนใหญ่จะมีเปลือกหุ้มเมล็ดสีแดง สีน้ำตาลเข้ม และสีดำ (Figure 3) สำหรับเมล็ดที่มีสีเขียว เหลือง น้ำตาลอ่อน ไม่สามารถตรวจพบสาร anthocyanin ทั้งสองชนิดที่นำมาศึกษา ซึ่งสาร anthocyanin นั้นได้มีรายงานว่ามีการสร้างและสะสมที่เปลือกหุ้มเมล็ดของพืช (Pandey *et al*., 1989; Aura *et al*., 2010)

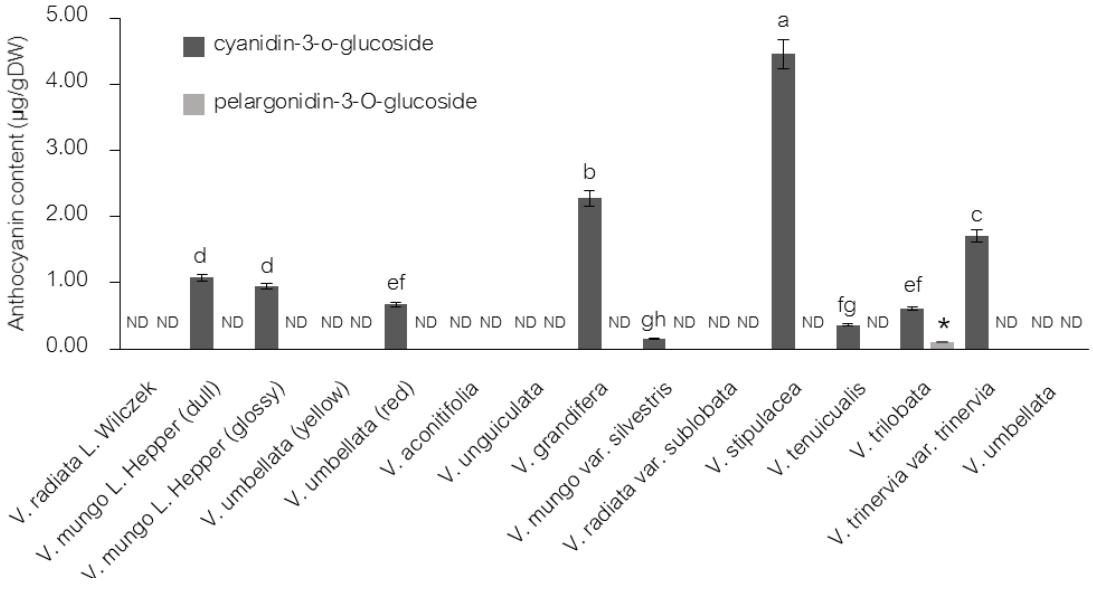


Figure 2 Anthocyanins content in seeds of 15 *Vigna* accessions: Means in the same letter are not different at $P<0.05$. Error bars present a standard error of the mean.

คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดพืชสกุล *Vigna* 15 **พันธุ์**

จากการทดสอบคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของพืชสกุล *Vigna* ทั้ง 15 พันธุ์ ที่ใช้สารละลายตัวอย่างความเข้มข้น 1 mg/mL พบว่า มีพืชสกุล *Vigna* 7 พันธุ์ที่เปอร์เซ็นต์การยับยั้งมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (Figure 4) โดยประกอบด้วยชนิดที่เป็นพันธุ์ป่า 5 พันธุ์ ได้แก่ *V. umbellata* wild *V. tenuicualis V. stipulacea* Kuntze *V. radiata* var. *sublobata* และ *V. gradiflora* และพันธุ์ปลูก 2 พันธุ์ ได้แก่ ถั่วนิ้วนางแดงชนิดที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเหลือง (*V. umbellata* (yellow seed coat)) และเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง (*V. umbellata* (red seed

coat)) โดยมีค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 85.56 79.15 65.41 61.74 56.72 และ 52.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่ง *V. umbellata* และ *V. tenuicaulis* ที่เป็นพันธุ์ป่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งใกล้เคียงกับ gallic acid ซึ่งใช้เป็นสารมาตรฐานที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 88.92 เปอร์เซ็นต์



Figure 3 Fifteen *Vigna* Seeds **A**: *V. grandiflora* **B**: *V. mungo* var. *silvertris* **C**: *V. radiata* var. *sublobata* **D**: *V. stipulacea* Kuntze **E**: *V. tenuicalis* **F**: *V. trilobata* **G**: *V. trinervia* **H**: *V. umbellata* **I**: *V. radiata* L. Wilczek **J**: *V. mungo* (L.) Hepper (dull black gram) **K**: *V. umbellata* (yellow seed coat) **L**: *V. umbellata* (red seed coat) **M**: *V. aconitifolia* (Jacq.) Marechal **N**: *V. unguiculata* **O**: *V. mungo* (L.) Hepper (glossy black gram)

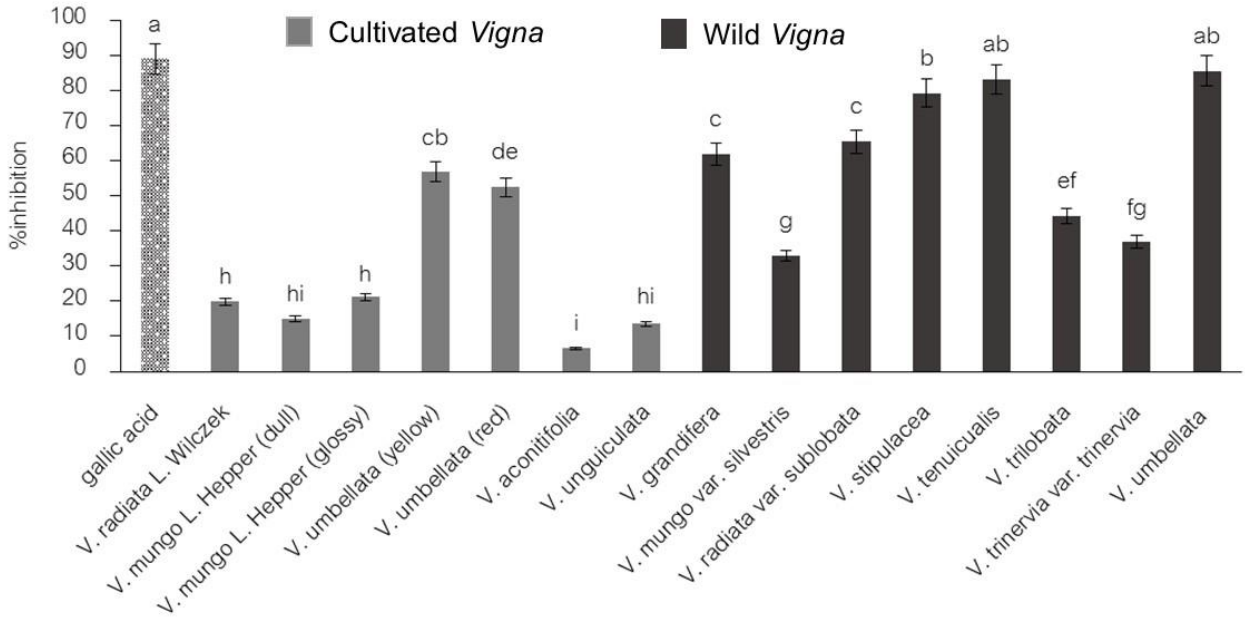


Figure 4 Antioxidant activity of fifteen *Vigna* species seeds: Means in the same letter are not different at $P<0.05$. Error bars present a standard error of the mean

เมื่อนำพืชสกุล *Vigna* ที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 7 พันธุ์ มาหาค่า IC_{50} (ค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50 เปอร์เซ็นต์) พบว่า *V. umbellata* (พันธุ์ป่า) *V. tenuicaulis V. stipulacea* Kuntze *V. radiata* var. *sublobata V. gradiflora V. umbellata* (yellow seed coat) และ *V. umbellata* (red seed coat) มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.016 0.018 0.023 0.026 0.043 0.045 และ 0.046 mg/mL ตามลำดับ (Figure 5) และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า IC_{50} ของถั่วเขียวผิวมัน (*V. radiata* (L.) Wilczek) (0.66 mg/ml) ซึ่งนิยมนำมาบริโภค พบว่าถั่วเขียวผิวมันมีค่า IC_{50} สูงกว่ามาก ซึ่งค่า IC_{50} ที่ต่ำแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่สูง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าพืชสกุล *Vigna* ในกลุ่มพันธุ์ป่ามีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพันธุ์ปลูก แต่เนื่องจากพันธุ์ป่าส่วนใหญ่จะมีขนาดเมล็ดเล็กและผลผลิตต่ำจึงไม่นิยมนำมาบริโภคหรือใช้เป็นพันธุ์ปลูก

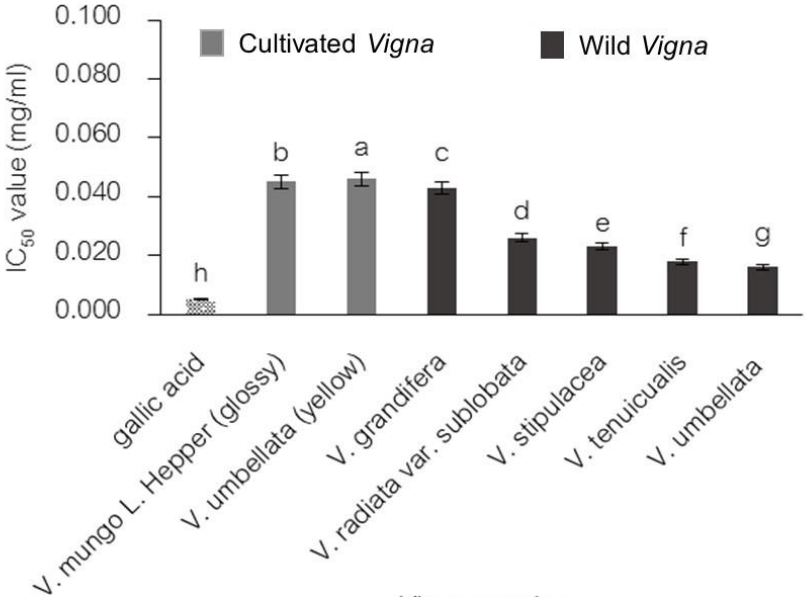


Figure 5 IC_{50} value (mg/ml) of gallic acid and seven *Vigna* seeds: Means in the same letter are not different at $P<0.05$. Error bars present a standard error of the mean.

สรุป

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านโภชนเภสัชของพืชตระกูลถั่วสกุล *Vigna* พันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่า 15 พันธุ์ โดยการวิเคราะห์สารฟีนอลิกรวม สาร anthocyanin และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดพืชสกุลนี้ พบว่า *V. stipulacea* ซึ่งเป็นพันธุ์ป่ามีสารฟีนอลิกรวมสูงที่สุดและมีปริมาณสารแอนโทไซยานินชนิด cyanidin-3-O-glucoside มากที่สุด และจากการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระพบว่า *V. umballata* และ *V. tenuicualis* ที่เป็นพันธุ์ป่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด และมีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด ดังนั้นพืชสกุล *Vigna* ทั้ง 3 ชนิดนี้ซึ่งเป็นพันธุ์ป่ามีปริมาณสารสำคัญในปริมาณสูงและมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี แต่หากจะนำไปใช้ประโยชน์ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของสารต้านโภชนาการด้วย สำหรับถั่วพันธุ์ปลูกนั้นพบว่า *V. umballata* หรือถั่วนิ้วนางแดง มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าถั่วพันธุ์ปลูกชนิดอื่น จึงมีความน่าสนใจในการนำไปศึกษาต่อยอดเกี่ยวกับคุณสมบัติดังกล่าว ผลจากการศึกษาวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำ

พืชตระกูลถั่วสกุล *Vigna* ไปใช้ประโยชน์ทั้งในแง่ของการนำไปเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์พืชตระกูลถั่วสกุล *Vigna* ในประเทศไทยให้มีคุณสมบัติที่ดีโดยมีองค์ประกอบทางโภชนเภสัชที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในปริมาณสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่สนับสนุนเงินอุดหนุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ประกิจ สมท่า, วรภา สีหลักษณ์ และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2552. เชื้อพันธุกรรม ความหลากหลาย การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ของพืชในสกุล *Vigna* สกุลย่อย *Ceratotropis* (Asian *Vigna*) ในประเทศไทย. **วารสารวิชาการเกษตร (Thai Agricultural Research Journal)** 27(2): 205-226.

Anwar, F., S. Latif, R. Przybylski, B. Sultana and M. Ashraf. 2007. Chemical composition and antioxidant activity of seeds of different cultivars of mungbean. **Journal of Food Science** 72(7): 503-510.

Abdel-Aal, E. S. M. and P. A. Hucl. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanin in blue aleurone and purple pericarp wheats. **Cereal Chemistry** 76: 350-354.

Aura, M. D., G. V. Caldas and M. W. Blair. 2010. Concentrations of condensed tannins and anthocyanins in common bean seed coats. **Food Research International** 43: 595–601.

Duh, P. D., W. J. Yen, P. C. Du and G. C. Yen. 1997. Antioxidant activity of mungbean hull. **Journal of the American Oil Chemist's Society** 74: 1059-1063.

Pandey, R. N., S. E. Pawar, G. J. Chintalwar and C. R. Bhatia. 1989. Seed coat and hypocotyl pigments in greengram and blackgram. **National Academy of Sciences** 99(4): 301-306

Peng, X., Z. Zheng , K. W. Cheng, F. Shan, G. X. Ren, F. Chen and M. Wang. 2008. Inhibitory effect of mung bean extract and its constituents vitexin and isovitexin on the formation of advance glycation endproducts. **Food Chemistry** 106: 475-481.

Wollinger, A., E. Perrin, J. Chahboun, V. Jeannot, D. Touraud and W. Kunz. 2016. Antioxidant activity of hydro distillation water residues from *Rolsmarinus officinalis* L. leaves determined by DPPH assays. **Copmptes Renus Chimie** 19(6):754-765.

อิทธิพลของความเข้มแสงจากหลอด LED และระยะเวลาการให้แสงต่อการเจริญเติบโตของคะน้า เบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊ค

Effect of LED Light Intensity and Exposure Time on Growth of Chinese Kale, Baby Pak Choi and Red Oak Lettuce

สุนิตา แย้มใหญ่[1*] ภัทราภรณ์ ภิรมย์จิต[1] ณัฐกฤตา คำหนู[2] ฉัตรชัย งามสม[3] รัฐไกร วัจนคุณอนันต์[3] สมชาย ปัญญาอิ่นแก้ว[1] และ ตุลา จูฑะรสก[1]

Sunita Yaemyai[1*], Pattraporn Piromjit[1], Natthakitta Kamnoo[2], Chutchai Ngamsom[3], Rattakri Watjanakunanun[3], Somcai Panyainkaew[1] and Tula Jutarosaga[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของความเข้มแสงและระยะเวลาการให้แสงเสริมจากหลอด LED (R:G:B = 50:30:20) ต่อการเจริญเติบโตของ คะน้า(*Brassica oleraceae* var. *alboglara*) เบบี้ฮ่องเต้ (*Brassica chinensis* var. *chinensis*) และผักกาดหอมเรดโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L) ภายในโรงเรือนมาตรฐานขนาด 6 x 24 ตารางเมตร โดยให้แสงเสริมตั้งแต่เวลา 18.00 น. เป็นต้นไป ตั้งแต่กล้าผักลงแปลงจนถึงวันเก็บเกี่ยว การทดลองศึกษาอิทธิพลของความเข้มแสง 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} และ 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} ที่เวลาการให้แสงเสริม 4 และ 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการปลูกโดยใช้แสงจากธรรมชาติในตอนกลางวัน โดยทุกเงื่อนไขมีตัวแปรควบคุมเป็นปริมาณน้ำ และปุ๋ยที่ใช้ จากการทดลองพบว่าระยะเวลาการให้แสงเสริมจากหลอด LED เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบและความสูงของคะน้า ในขณะที่ความเข้มแสงจากหลอด LED ไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยกับตัวแปรดังกล่าว ซึ่งจำนวนใบ และความสูงของคะน้ามีค่ามากที่สุดที่ความเข้มแสงเท่ากับ 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} และ 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} และการให้แสงเสริมนาน 12 ชั่วโมง และความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักสดของคะน้ามีค่ามากที่สุด ที่ความเข้มแสง 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} และการให้แสงเสริมนาน 4 ชั่วโมง ในส่วนของเบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊คมีการเจริญเติบโตในทุกๆ ด้าน มากที่สุดภายใต้ความเข้มแสง 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} ให้แสงเสริมนาน 12 ชั่วโมง

ABSTRACT

The effect of LED (R:G:B = 50:30:20) light intensity and exposure time on growth of Chinese kale (*Brassica oleraceae* var. *alboglara*), baby pak choi (*Brassica chinensis* var. *chinensis*) and red oak lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa* L) grown in standard green house (6 x 24 m^2) was studied. The additional LED light was treated on the vegetable during the night from 6.00 pm from seedling until harvesting. The effect of LED intensity of 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} and 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} with the exposure time of 4 and 12 hr were investigated and compared with the plants grown only with the natural light during the day. For each experiment, water and fertilizer were controlled. The results revealed the LED exposure time was the main effect to increase the number of leaf and the height of chinese kale, while the LED intensity did not significantly affect on these parameters. The highest number of leaf and plant height of Chinese kale was observed at the exposure time of 12 hr with the LED intensity of 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} and 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1}, while highest canopy width and fresh mass was observed at the exposure time of 4 hr with the LED intensity of 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1}. In case of baby pak choi and red oak, the highest growth including the number of leaf, plant height, canopy width and fresh mass was observed at the exposure time of 12 h with the LED intensity of 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1}.

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

[1]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

[1]Department of Physics, Faculty of Science, king mongkut's university of technology thonburi, Bangkok 10140

[2]สถานีเกษตรหลวงปางดะ เชียงใหม่ 50250 [2]Royal Project Agricultural Station PANG DA , Chiang Mai 50250

[3]ศูนย์ส่งเสริมและสนับสนุนมูลนิธิโครงการหลวงและโครงการตามพระราชดำริ, สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140 [3]Royal Project Foundation and King's Recommended Project Supporting Center,Pilot Plant Development Training Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi , Bangkok 10140

คำนำ

ปัจจุบันกระแสการดูแลสุขภาพได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ผู้คนหันมาออกกำลังกาย และเลือกบริโภคอาหารที่มีประโยชน์กันมากขึ้น โดยเฉพาะผักที่ถือเป็นอาหารอันดับหนึ่งของคนที่รักสุขภาพ ทำให้เกษตรกรต้องการเร่งให้มีผลผลิตผักออกสู่ตลาดให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค ในการเจริญเติบโตของผักมีองค์ประกอบและปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้อง เช่น แร่ธาตุในดิน น้ำ แสงแดด และสภาพอากาศ ล้วนส่งผลกับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งแสงถือเป็นปัจจัยสำคัญที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารที่ใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อและเจริญเติบโต ดังนั้นการให้แสงเสริมจากหลอด LED กับพืชนอกเหนือจากการได้รับแสงธรรมชาติปกติ ย่อมมีส่วนช่วยทำให้พืชเจริญเติบโตเร็วขึ้น แสงที่เราสามารถมองเห็นได้จะมีความยาวคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง โดยเฉพาะช่วง 400 – 480 นาโนเมตร (แสงสีน้ำเงิน) และ 630 – 680 นาโนเมตร (แสงสีแดง) เป็นช่วงที่พบว่าถูกดูดกลืนโดยรงควัตถุในพืชเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงมากที่สุด (นภัทร และ ไชยยันต์, 2560) งานวิจัยหลายงานวิจัยได้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของแสงสีต่อการเจริญเติบโตของพืชผักหลายชนิดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป (Jishi et al. 2016, Chen et al. 2017, Fu et al. 2017, Ilic and Fallik, 2017) จิดาภา และ ทิฆัมพร (2560) ได้ทดลองปรับเปลี่ยนสัดส่วนสีของหลอด LED ที่ค่าต่างๆ พบว่าหลอด LED ที่มีสัดส่วนการผสมสีแดง เขียว และน้ำเงิน หรือ R:G:B = 50:30:20 ทำให้คะน้า (*Brassica oleraceae* var. *alboglara*), ผักกาดหอมเรดโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L) , ผักกาดหอมกรีนโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa*) ผักกาดหอมเรดโครัล (*Lactuca sativa* L.) , ผักกาดหางหงส์ (*Brassica campestris* var. *cylindrica*) และผักกาดกวางตุ้ง (*Brassica Chinensis* Linn.) เจริญเติบโตได้ดี สามารถช่วยลดระยะเวลาในการผลิต และทำให้ได้ผลผลิตในปริมาณมากขึ้นด้วย แต่การทดลองที่ผ่านมาเป็นการทดลองในลักษณะของการปลูกกล้าพืชผัก (ทิพย์จุฬา, 2559) และการปลูกในอาคาร หรือระบบปิดที่ผักได้รับแสงเฉพาะจากหลอด LED เท่านั้น (กรวิทย์ และคณะ, 2561, จุนลิฎา และคณะ, 2014) ซึ่งอาจจะยังไม่เหมาะสมกับการผลิตของเกษตรกรในชนบทที่ยังพึ่งพิงกับแสงธรรมชาติ อีกทั้งยังมีต้นทุนการผลิตที่สูงด้วย

การทดลองครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษา 2 ปัจจัย คือ ความเข้มแสงเสริมจากหลอด LED (R:G:B = 50:30:20) ที่ให้เพิ่มเติมจากแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน และระยะเวลาการให้แสงเสริมกับผักในช่วงเวลากลางคืน โดยทำการทดลองกับผักเศรษฐกิจ 3 ชนิด คือ คะน้า เบบี้ฮ่องเต้ (*Brassica chinensis* var. *chinensis*) และผักกาดหอมเรดโอ๊ค เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวที่มีต่อการเจริญเติบโต และระยะเวลาการผลิตของผักที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองถูกออกแบบขึ้นเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผัก 3 ชนิดได้แก่ คะน้า เบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊ค เมื่อมีการให้แสงเสริมจากหลอดไดโอดเปล่งแสง (Light emitting diode: LED) เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตของผักทั้ง 3 ชนิดภายใต้แสงธรรมชาติเพียงอย่างเดียว โดยดำเนินการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ภายในโรงเรือนมาตรฐานขนาด 6 x 24 ตารางเมตร จำนวน 5 แปลงทดลอง โดยแต่ละแปลงมีขนาด 1 x 5 ตารางเมตร (Figure 1) ทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2561 – 29 กันยายน พ.ศ. 2561 โดยอายุต้นกล้าของคะน้า เบบี้ฮ่องเต้และผักกาดเรดโอ๊ค ที่ใช้ทดลองอายุ 25 วัน



Figure 1 Green house during the day time and night time

ทุก ๆ เงื่อนไขในการทดลอง จะปลูกคะน้า 40 ต้น เบบี้ฮ่องเต้ 60 ต้น และผักกาดหอมเรดโอ๊ค 15 ต้น โดยใช้หลอด LED ที่มีอัตราส่วน R:G:B = 50: 30: 20 ตามรายงานของ จิดาภา และ ทิฆัมพร (2560) ที่พบว่าเมื่อใช้หลอด LED ที่มีอัตราส่วนดังกล่าว ระยะการติดตั้งหลอด LED สูงจากพื้นดิน 80 เซนติเมตร ให้แสงเสริมนาน 12 ชั่วโมง ทำให้การเจริญเติบโตของคะน้า และผักกาดหอมเรดโอ๊คดีที่สุด โดยชุดหลอด LED ที่ใช้มีค่า spectrum and CIE color ตาม (Figure 2)

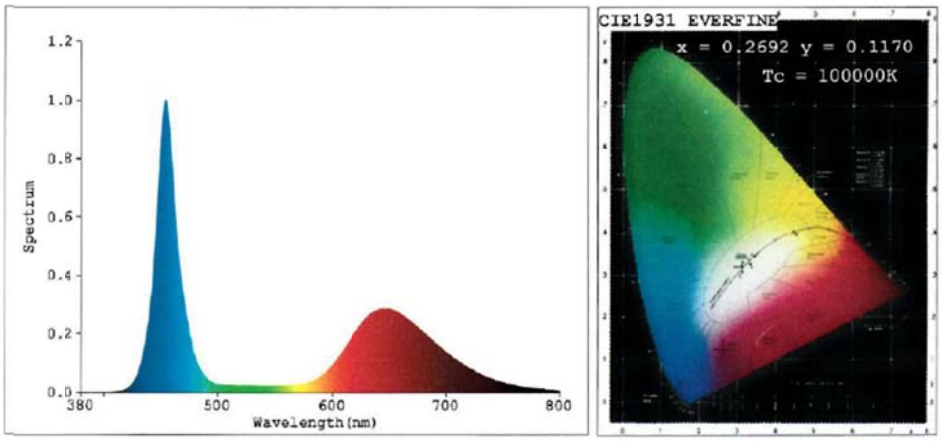


Figure 2 Spectrum and CIE color gamut map of R:G:B = 50:30:20

ในการทดลอง ทำการปรับความเข้มแสงที่ใช้โดยปรับจำนวนหลอด LED และกำหนดระยะห่างจากหลอด LED ถึงพื้นดินในแปลง ที่ค่าความเข้มแสงแรก ติดตั้งหลอด LED 6 หลอดที่ระยะ 40 เซนติเมตร และค่าความเข้มแสงที่สอง ติดตั้งหลอด LED 3 หลอด ที่ระยะ 80 เซนติเมตร ทำการวัดความเข้มแสงด้วยเครื่อง Plant lighting Analyzers ณ ตำแหน่งจุดตัดของช่องกริดจำนวน 20 จุด ขนาด 50 x 50 ตารางเซนติเมตร บนแปลงทดลอง วัดค่าความเข้มแสงในหน่วย $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ นำค่าความเข้มแสงที่วัดได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย โดยที่ระดับความสูง 40 และ 80 เซนติเมตร พบว่ามีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยเป็น 7.59 ± 0.59 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ และ 19.07 ±2.57 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ตามลำดับ ดำเนินการให้แสงเสริมกับผักเมื่อนำกล้าผักลงแปลงปลูกวันแรก ตั้งแต่เวลา 18.00 น. เป็นต้นไป โดยกำหนดระยะเวลาการให้แสงเสริมเป็น 4 และ 12 ชั่วโมง โดยควบคุมปริมาณการให้น้ำ และปุ๋ยเหมือนกัน ดังนั้นเงื่อนไขการทดลองถูกแบ่งออกเป็น 5 เงื่อนไข ได้แก่

1) ความเข้มแสง 7.59 ± 0.59 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ให้แสงเสริม 4 ชั่วโมง
2) ความเข้มแสง 7.59 ± 0.59 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ให้แสงเสริม 12 ชั่วโมง
3) ความเข้มแสง 19.07 ±2.57 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ ให้แสงเสริม 4 ชั่วโมง

4) ความเข้มแสง 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} ให้แสงเสริม 12 ชั่วโมง

5) การปลูกโดยใช้แสงจากธรรมชาติในตอนกลางวัน และไม่ให้แสงเสริมในตอนกลางคืน

สังเกตและบันทึกค่าการเจริญเติบโตของผักทุกต้น ได้แก่ จำนวนใบ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักสด โดยบันทึกผลทุกๆ 5 วัน นับตั้งแต่วันปลูกกล้าผักลงแปลงจนถึงวันเก็บเกี่ยว เก็บข้อมูลน้ำหนักสดในวันเก็บเกี่ยวที่ถอนผักออกมาจากแปลง โดยทำการเก็บเกี่ยวเมื่อผักได้ขนาดตามมาตรฐานของท้องตลาด พร้อมบันทึกระยะเวลาการปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของความเข้มแสงและระยะเวลาการให้แสงเสริมจากหลอด LED ต่อการเจริญเติบโตของคะน้า เบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊ค พบว่าความเข้มแสงและระยะเวลาการให้แสงเสริมจากหลอด LED ในตอนกลางคืน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของคะน้า เบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊ค ที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากพืชโดยทั่วไปจะดูดกลืนแสงไปใช้ในการสังเคราะห์แสง ดังนั้นเมื่อพืชได้รับแสงที่มีความเข้มที่มากขึ้นจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น จนความเข้มแสงเพิ่มขึ้นสูงถึงระดับหนึ่ง อัตราสังเคราะห์แสงจะไม่เปลี่ยนแปลง เรียกว่า จุดอิ่มตัวของแสง (Light saturation point) (พิชญ์สินี และ ธรรมศักดิ์, 2560) แต่อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาที่พืชรับแสงก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง (วิชัย, 2560) กล่าวคือพืชโดยทั่วไป จะสังเคราะห์แสงได้ดีเมื่อได้รับแสงเป็นเวลานานติดต่อกัน แต่พืชบางชนิด เช่น พืชเขตหนาวเมื่อได้รับแสงเป็นเวลานานจนเกินไปอัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลงได้

จากการทดลองพบว่าต้นคะน้าและผักกาดหอมเรดโอ๊ค สามารถเก็บเกี่ยวได้ที่ระยะเวลาการปลูก 25 วัน ขณะที่เบบี้ฮ่องเต้เก็บเกี่ยวที่ระยะเวลาการปลูก 20 วัน ซึ่งน้อยกว่าระยะเวลาการเพาะปลูกโดยวิธีปกติทั่วไป ผักทั้งสามชนิดเมื่อได้รับแสงเสริมจะมีการเจริญเติบโตได้ไวกว่าปกติโดยเมื่อให้ความเข้มแสงแก่คะน้า (Table 1) เพิ่มขึ้นจาก 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} เป็น 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} จำนวนใบ และความสูงต้นคะน้ามีค่าไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาการให้แสงเสริมจาก 4 ชั่วโมงเป็น 12 ชั่วโมง จำนวนใบ และความสูงต้นคะน้ามีค่าเพิ่มขึ้น โดยค่าสูงสุดเมื่อให้แสงเสริมนาน 12 ชั่วโมง สำหรับทั้งสองความเข้มแสงใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการให้แสงเสริมส่งผลต่อการเจริญเติบโต ด้านจำนวนใบและความสูงของคะน้า ในส่วนของความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักสดของคะน้าที่ความเข้มแสง 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} ให้แสงเสริมนานเพียง 4 ชั่วโมง ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักสดมีค่ามากที่สุด ในขณะที่เมื่อให้แสงเสริมนาน 12 ชั่วโมง และเพิ่มความเข้มแสงเป็น 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักของคะน้ามีค่าลดลง อาจเป็นเพราะคะน้ามีจุดอิ่มตัวของการรับแสงที่ความเข้มแสง 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} ดังนั้นเมื่อเพิ่มความเข้มแสงและระยะเวลาการให้แสง จึงไม่ส่งผลการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น และอาจลดลงเมื่อได้รับความเข้มแสงที่มากและนานเกินไป

ในกรณีของเบบี้ฮ่องเต้ ผักกาดหอมเรดโอ๊ค (Table 2 , Table 3) พบว่าอิทธิพลของความเข้มแสง และระยะเวลาการให้แสงเสริมจากหลอด LED ส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างจากคะน้า ยกเว้นจำนวนใบเมื่อให้ความเข้มแสงเพิ่มขึ้นจาก 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} เป็น 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อให้แสงเสริมจาก 4 ชั่วโมงเป็น 12 ชั่วโมงเช่นเดียวกับคะน้า โดยมีค่ามากที่สุดภายใต้ความเข้มแสง

19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} และให้แสงเสริมนาน12 ชั่วโมง นอกจากนั้นพบว่าเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นจาก 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} เป็น 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} และให้แสงเสริมเพิ่มขึ้นจาก 4 ชั่วโมงเป็น 12 ชั่วโมง ส่งผลให้การเจริญเติบโตซึ่งได้แก่ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักสดของเบบี้ฮ่องเต้และผักกาดหอมเรดโอ๊คเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นมากที่สุดภายใต้เงื่อนไขความเข้มแสง 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1} และให้แสงเสริมนาน 12 ชั่วโมง ซึ่งผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าความเข้มแสงและระยะเวลาการให้แสงมีผลในทิศทางเดียวกันต่อการเจริญเติบโตของเบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊ค จากการทดลองทั้งหมดยังบ่งชี้ให้เห็นอีกว่าการเจริญเติบโตของคะน้า เบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊คที่ปลูกโดยให้แสงเสริมจาก LED ในตอนกลางคืน ส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักทั้งสามชนิดมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยใช้แสงจากธรรมชาติอย่างเดียว ทำให้ลดระยะเวลาการเก็บเกี่ยวลง และเป็นการเพิ่มปริมาณของผลผลิตออกสู่ท้องตลาด

Table 1 Number of leaf, plant height, canopy width and fresh mass of chinese kale (*Brassica oleraceae* var. *alboglara*) grown under additional *light intensity* of 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1}and 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1}for 4 and 12 h. The reference growth of plants under the natural sun light.

Tr	Height (cm)	PPFD (μmol.m^{-2}.s^{-1})	Exposure time (hrs)	Number of Leaf	Plant Height (mm)	Canopy width (mm)	Fresh mass (g)
1	80	7.59 ± 0.59	4	12.59±0.18	297.67±2.2	330.26±4.85	64.81±2.00
2			12	14.40±0.18	336.23±5.77	305.00±5.70	53.87±2.73
3	40	19.07 ±2.57	4	12.25±0.20	291.03±4.08	310.83±6.24	54.40±2.70
4			12	14.20±0.18	336.80±3.56	305.38±4.30	59.34±2.27
5	Only Natural Light			11.19±0.30	247.84±4.78	272.56±6.88	44.20±3.39

Tr = Treatment

Table 2 Number of leaf, plant height, canopy width and fresh mass of baby pak choi (*Brassica chinensis* var. *chinensis*) grown under additional *light intensity* of 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1}and 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1}and for 4 and 12 h. The reference growth of plants under the natural sun light.

Tr	Height (cm)	PPFD (μmol.m^{-2}.s^{-1})	Exposure time (hrs)	Number of Leaf	Plant Height (mm)	Canopy width (mm)	Fresh mass (g)
1	80	7.59 ± 0.59	4	10.43±0.26	209.27±3.52	244.68±6.86	23.61±1.65
2			12	11.44±0.21	234.04±3.06	262.02±5.35	27.26±1.61
3	40	19.07 ±2.57	4	9.93±0.19	216.83±3.52	245.97±5.13	20.25±1.05
4			12	11.78±0.17	242.97±3.21	277.88±5.61	35.72±1.79
5	Only Natural Light			10.61±0.19	207.39±4.23	239.44±5.20	21.60±1.44

Tr = Treatment

Table 3 Number of leaf, plant height, canopy width and fresh mass of red oak (Lactuca sativa var.crispa L) grown under additional *light intensity* of 7.59 ± 0.59 μmolm^{-2}s^{-1} and 19.07 ±2.57 μmolm^{-2}s^{-1} for 4 and 12 h. The reference growth of plants under the natural sun light.

Tr	Height (cm)	PPFD (μmol.m^{-2}.s^{-1})	Exposure time (hrs)	Number of Leaf	Plant Height (mm)	Canopy width (mm)	Fresh mass (g)
1	80	7.59 ± 0.59	4	16.53±0.42	141.73±4.88	238.60±8.67	32.27±4.01
2			12	18.25±0.62	157.67±2.98	262.08±8.10	35.47±3.72
3	40	19.07 ±2.57	4	16.40±0.73	159.00±4.76	254.53±10.25	31.01±4.19
4			12	19.00±0.44	168.69±4.03	289.08±9.90	43.50±4.84
5	Only Natural Light			15.58±0.57	122.92±4.28	195.58±8.92	19.72±2.81

Tr = Treatment

สรุป

การให้แสงเสริมจากหลอด LED ระหว่างการเพาะปลูกส่งผลให้การเจริญเติบโตของคะน้า เบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊คเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยใช้แสงธรรมชาติเพียงอย่างเดียว เมื่อให้แสงเสริมที่มีความเข้ม 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1}และ 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1}นาน 12 ชั่วโมงส่งผลให้จำนวนใบ และความสูงของคะน้ามีค่ามากที่สุด และเมื่อให้แสงเสริมความเข้มแสง 7.59 ± 0.59 μmol.m^{-2}.s^{-1} นาน 4 ชั่วโมง ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักสดของคะน้ามีค่ามากที่สุด ในส่วนของเบบี้ฮ่องเต้ และผักกาดหอมเรดโอ๊คมีการเจริญเติบโตในทุกๆ ด้าน ได้แก่จำนวนใบ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อได้รับแสงเสริมที่มีความเข้มแสง 19.07 ±2.57 μmol.m^{-2}.s^{-1}นาน 12 ชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์ ที่สนับสนุนด้านอุปกรณ์ อีกทั้งยังให้ความรู้ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่งานวิจัย ขอขอบพระคุณ นายวิพัฒน์ ดวงโภชน์ หัวหน้าสถานีเกษตรหลวงปางดะ ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในสถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทำงานวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่รวมถึงคนงานทุกคนในสถานีเกษตรหลวงปางดะ ที่คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำทางด้านการทำการเกษตร รวมถึงให้การสนับสนุนอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นแก่งานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรวิทย์ กระจ่างพันธ์ ถิระวรรธน์ สืบธนะวงษ์ และ สุขสันติ หวังสถิตวงษ์. 2561. **การออกแบบแสงด้วยหลอดแอลอีดีส่องสว่างสำหรับปลูกพืชในอาคารโดยอ้างอิงปริมาณแสงรวมต่อวัน**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 49 (1) (พิเศษ): 498-501.

จิดาภา พักตร์จันทร์ และ ทิฆัมพร โซะเฮง. 2560. **การศึกษาอัตราส่วนการผสมสีของหลอด LED เพื่อเสริมในเวลากลางคืนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าพืชผัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จุนลิฎา โยธาทิพย์ พาสินี สุนากร และ พัชรียา บุญกอแก้ว. **การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์**. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7. : 2001-2014.

ทิพย์จุฬา โยหลง. 2559. **ผลของความยาวคลื่นแสงต่อการเจริญเติบโตของกล้าพืชผัก**. วิทยานิพนธ์ตรี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นภัทร วัจนเทพินทร์ และ ไชยยันต์ บุญมี. 2560. **ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 25 (1): 158-176.

พิชญ์สินี เพชรไทย และ ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2560. **ผลของความเข้มแสงและระยะเวลารับแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอม**. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 4 (3): 54-59.

วิชัย ลิขิตพร. 2560. **ปัจจัย photosynthesis และการปรับตัวของพืช**. แหล่งที่มา: https://www.slideshare.net/meemahidol/15-photosynthesis-79760713, 25 ธันวาคม 2561.

สุทธิดา มณีเมือง เนตรนภา อินสลุด นิติ คำเมืองลือ ประดิษฐ์ เทอดทูล และ พฤทธ์ สกุลช่างสัจจะทัย. 2558. **ผลของความเข้มแสงจากชุดหลอด LEDสำหรับการเพาะปลูกที่มีต่อผักสลัดผักกาดหอมเรดโอ๊คในระบบโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์**. วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน 8 (1): 63-72.

Tomohiro Jishi, Keisuke Kimura, Ryo Matsuda and Kazuhiro Fujiwara. 2016. Effects of temporally shifted irradiation of blue and red LED light on cos lettuce growth and morphology. **Scientia Horticulturae** 198: 227-232.

Xiao-li Chen, Qi-chang Yang, Wen-pin Song, Li-chun Wang, Wen-zhong Guo and Xu-zhang Xue. 2017. Growth and nutritional properties of lettuce affected by different alternating intervals of red and blue LED irradiation. **Scientia Horticulture** 223: 44-52.

Yuming Fu, HongYan Li, Juan Yu, Hui Liu, ZeYu Cao and N.S. Manukovsky. 2017. Interaction effects of light intensity and nitrogen concentration on growth, photosynthetic characteristics and quality of lettuce (Lactuca sativa L. Var. youmaicai). **Scientia Horticulturae** 214: 51-57.

Zoran S. Ilic and Elazar Fallik. 2017. Light quality manipulation improves vetgetable quality at harvest and postharvest: A review. **Environmental and Experimental Botany** 139: 79-90.

องค์ประกอบทางโภชนาการในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* พันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่า

Nutritional Compositions of Domesticated and Wild *Vigna* Seeds

ชณานิศ เฉ่งสมบูรณ์[1*] ประภาสิริ องค์รักษ์[1] สนธิชัย จันทร์เปรม[1] อนุรักษ์ อรัญญนาค[1] ประกิจ สมท่า[1]
กนกวรรณ เที่ยงธรรม[1] พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล[2] และ พรศิริ เลี้ยงสกุล[1]

Chananit Chengsomboon[1*], Prapasiri Ongrak[1], Sonthichai Chanprame[1], Anuruck Arunyanark[1], Prakit Somta[1]
Kanokwan Teingtham[1], Peerapong Sangwanangkul[2] and Ponsiri Liangsakul[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดพืชสกุล *Vigna* ชนิดปลูกและชนิดป่า โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณแป้งของเมล็ดพืชสกุล *Vigna* ที่นำมาศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 28.30 – 44.11% ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าอยู่ในช่วง 18.37-26.20% 0.40-2.27% และ 3.39-5.97% ตามลำดับ โดยถั่วเขียวผิวดำ (*V. mungo*; dull black gram) มีปริมาณแป้งสูงที่สุด ส่วนปริมาณโปรตีนพบมากที่สุดในเมล็ดถั่วชนิดป่า คือ *V. angularis* var. *nipponensis* สำหรับเมล็ดถั่วนิ้วนางแดง *(V. umbellata)* ชนิดปลูก พบว่า มีปริมาณไขมันสูงที่สุด คือ 2.27% ในขณะที่น้ำมันในเมล็ดของถั่วเขียวผิวมัน (*V. radiata*) และ ถั่วเขียวผิวดำ (*V. mungo*) มีปริมาณกรด α-linolenic ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นในปริมาณที่สูง ส่วนเมล็ดถั่ว *V. hirtella* ชนิดป่ามีปริมาณเถ้าสูงที่สุด ข้อมูลจากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำเมล็ดพืชในสกุล *Vigna* ไปใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the nutritional compositions of domesticated and wild *Vigna* species seeds. The experiment was laid out in a randomized complete block design with four replications. Results showed that, the seed starch content of the *Vigna* species ranged from 28.30 to 44.11%. The content of protein, fat and ash accounted for 17.53-31.98%, 0.37-2.27% and 3.39-6.36% of seed weight, respectively. *V. mungo* (dull black gram) contained the highest starch content. The wild *Vigna*, *V. angularis* var. *nipponensis* had the highest protein. The highest fat percentage was found in a cultivar of *V. umbellata* and the oil in cultivated *V. radiata* and *V. mungo* seeds contain high essential fatty acid, α-linolenic. These information will be benefit for development of the genus *Vigna* as a functional food.

Keywords: genus *Vigna*, nutritional compositions, yield components

*Corresponding author; protae_ku@hotmail.com

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakornpathom, 73140

[2]ภาควิชาพืชสวน ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2]Department of Horticulture, Postharvest Technology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakornpathom, 73140

คำนำ

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุล *Vigna* สกุลย่อย *Ceratotropis* หรือ Asian *Vigna* ซึ่งบางชนิดสามารถพบได้เพียงในประเทศไทยเท่านั้น ชนิดที่เป็นชนิดปลูก (domesticated species) ซึ่งมีความสำคัญทางการเกษตรและทางเศรษฐกิจ คือ ถั่วเขียวผิวมัน [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] ถั่วเขียวผิวดำ [*Vigna mungo* (L.) Hepper] ถั่วอะซูกิ [*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi] ถั่วนิ้วนางแดงหรือถั่วแดง [*Vigna umbellata* (Willd.) Ohwi & Ohashi] และถั่วมอธ [*Vigna aconitifolia* (Jacq.) Marechal] (วิมล และคณะ, 2546) นอกจากนี้ยังมีบางชนิดที่นำชนิดป่ามาปลูก (wild-cultivated species) เป็นพืชคลุมดิน หรือชนิดป่าที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติแล้วมีการเก็บเกี่ยวผลผลิต (wild-harvested species) ในพืชกลุ่มที่เป็นชนิดปลูก ถั่วเขียวผิวมันมีความสำคัญมากที่สุด (ประกิจ และคณะ, 2552) นอกจากนี้ ชนิดป่า (wild species) บางชนิดยังสามารถเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายและต้านทานต่อโรคและแมลง ซึ่งสามารถนามาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง เช่น *V. trinervia* และ *V. umbellata* สามารถนำมาปลูกเป็นพืชอาหารสัตว์ เนื่องจากมีการเจริญเติบโตแผ่ขยายอย่างรวดเร็ว หรือปลูกเป็นพืชคลุมและปรับปรุงดิน (ประกิจ และคณะ, 2552) โดยมีรายงานว่าเกษตรกรปลูก *V. trinervia* เพื่อเป็นพืชคลุมดินในสวนยางพาราของภาคใต้ (Tomooka et al., 2002) อย่างไรก็ตามความเป็นประโยชน์ของ Asian *Vigna* น่าจะมีมากกว่านี้ แต่เนื่องจากการประเมินคุณสมบัติและการศึกษาความเป็นประโยชน์ของพืชกลุ่มนี้ยังมีน้อยมาก ดังนั้นจึงควรที่จะดำเนินการวิจัยและทดลองเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว เพื่อจะได้มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรพันธุกรรม Asian *Vigna* อย่างมีประสิทธิภาพ (ประกิจ และคณะ, 2552)

พืชในสกุล *Vigna* โดยเฉพาะชนิดปลูกเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่สูงแต่มีไขมันในปริมาณต่ำ ซึ่งเหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นอาหารหรือผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพสำหรับผู้นิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ หรือผู้สูงอายุและผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยจากรายงานวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดถั่วเขียว พบว่า เมล็ดถั่วเขียวประกอบด้วย ไขมัน 1.20-1.56% โปรตีน 20.97-31.32% แป้ง 31.10-52.35% และ เถ้า 2.96-3.39% (Anwar et al., 2007; Ren et al., 2012) สำหรับพืชสกุล *Vigna* ชนิดปลูกชนิดอื่น เช่น ถั่วเขียวผิวดำ ในเมล็ดประกอบด้วย ไขมัน 5.13-6.22% โปรตีน 25.07-28.60% คาร์โบไฮเดรต 54.81-58.13% และ เถ้า 4.97-6.72% (Zia-Ul-Haq et al., 2014; Shaheen et al., 2012) นอกจากพืชในสกุลนี้จะมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงแล้วยังประกอบด้วยสารสำคัญที่มีคุณสมบัติเป็นยาหรือมีคุณสมบัติทางด้านโภชนเภสัชด้วย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ และสารที่มีคุณสมบัติบรรเทาอาการโรคเบาหวาน (Sae-tan et al., 2017) แต่เนื่องจากข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาการและคุณสมบัติทางด้านโภชนเภสัชวิทยาของพืชวงศ์ถั่วในสกุล *Vigna* อีกหลายชนิดโดยเฉพาะที่เป็นชนิดป่ายังมีน้อยมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการของพืชวงศ์ถั่วในสกุล *Vigna* โดยองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ให้มีคุณสมบัติที่ดีโดยมีองค์ประกอบทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในปริมาณสูง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชในสกุลนี้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การปลูกและสุ่มตัวอย่าง

ปลูกทดสอบพืชสกุล *Vigna* 17 ชนิด ประกอบด้วย พืชชนิดปลูก 6 ชนิด ได้แก่ ถั่วเขียวผิวมัน [*V. radiata* (L.) Wilczek, KPS2] ถั่วเขียวผิวดำ [*V. mungo* (L.) Hepper] ชนิดผิวด้านและผิวมัน ถั่วนิ้วนางแดง [V. umbellata (Willd) Ohwi&Ohashi] ที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงและสีเหลือง และถั่ว cowpea [*V. unguiculata* (L.) Walp] และชนิดป่า 11 ชนิด ได้แก่ *V. aridicola* N. Tomooka & Maxted *V. grandiflora* (Prain) Tateishi & Maxted *V. hiniana* [*V. mungo* (L.) Hepper var. *silvestris*] *V. radiata* var. *sublobata V. reflexo-pilosa* Hayata *V. stipulacea* Kuntze *V. tenuicaulis* N. Tomooka & Maxted *V. trilobata* (L.) Verdcourt *V. trinervia* (Heyne ex Wall.) Tateshi & Maxted *V. umbellate* (Thunb.) Ohwi & Ohashi ในสภาพไร่ที่แปลงทดลองของภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในช่วงเดือนตุลาคม 2559 – มีนาคม 2560 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ โดยชนิดปลูก ปลูกเป็นแถวคู่มีระยะปลูก 20 x 75 เซนติเมตร ชนิดป่าปลูกเป็นแถวเดี่ยวมีระยะปลูก 50 x 130 เซนติเมตร ในแปลงย่อยขนาดความกว้าง 130 เซนติเมตร ความยาว 12 เมตร เก็บผลผลิตทุกต้นในแต่ละแปลงย่อยที่ระยะแก่ของถั่วแต่ละชนิด นำฝักถั่วไปตากแดดจนแห้งแล้วนำไปกะเทาะแยกเมล็ดออก สุ่มตัวอย่างเมล็ดน้ำหนัก 20 กรัม จากแต่ละแปลงย่อยนำไปบดละเอียด แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการ

วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยวิธี semi-automated method (AOAC, 1980) วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ไขมันรวมทั้งชนิดและปริมาณของกรดไขมันตามวิธีการมาตรฐานของ AOAC (2000) ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณแป้ง (starch) วิเคราะห์โดยวิธี Polarimetric Method ตามวิธีการมาตรฐานของ ISO (2000) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (2000)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการของพืชสกุล *Vigna*

1. ปริมาณโปรตีน

พืชสกุล *Vigna* 17 ชนิดที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าอยู่ในช่วง 18.37 – 26.20% (Figure 1) และค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนของชนิดปลูกเท่ากับ 23.27% และชนิดป่าเท่ากับ 23.15% โดยพบว่า เมล็ดถั่วชนิดป่า 2 ชนิด คือ *V. mungo* var. *silvestris* และ *V. reflexo-pilosa* var. *reflexo-pilosa* มีปริมาณโปรตีนต่อน้ำหนักเมล็ดสูงที่สุด ส่วนชนิดปลูกนั้น เมล็ดถั่ว cowpea (*V. unguiculata*) ถั่วเขียวผิวดำ (*V. mungo*; ผิวมัน) และถั่วเขียวผิวมัน (*V. radiata*) มีปริมาณโปรตีนสูง และจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณโปรตีนในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในเมล็ดพืชสกุลนี้บางชนิดที่เคยมีรายงานก่อนหน้านี้ (Anwar *et al*., 2007; Ha *et al*., 2010)

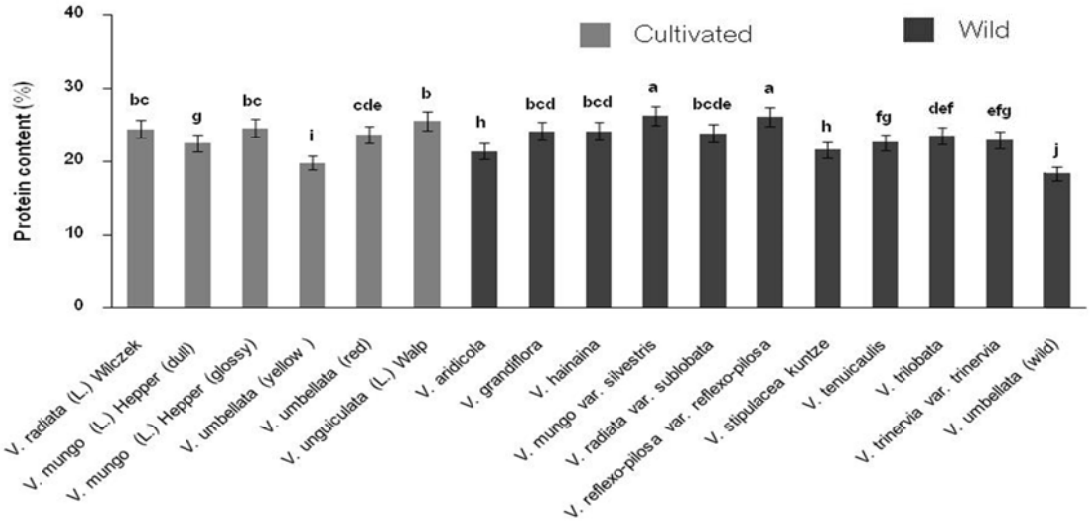


Figure 1 Protein content in seeds of 17 *Vigna* species

2. ปริมาณแป้ง

เมล็ดพืชสกุล *Vigna* 17 ชนิด มีปริมาณแป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าอยู่ในช่วง 28.30 – 44.10% (Figure 2) และค่าเฉลี่ยของปริมาณแป้งของชนิดปลูกเท่ากับ 39.5% และชนิดป่าเท่ากับ 36.8% โดยเมล็ดถั่วชนิดปลูก คือ ถั่วเขียวผิวดำ (*V. mungo*; ผิวด้าน) และถั่วเขียวผิวมัน (*V. radiata*) มีปริมาณแป้งสูงที่สุด ส่วนชนิดป่า *V. reflexo-pilosa* var. *reflexo-pilosa* มีปริมาณแป้งในเมล็ดน้อยที่สุด โดยชนิดปลูกส่วนใหญ่มีปริมาณแป้งในเมล็ดสูงกว่าชนิดป่า

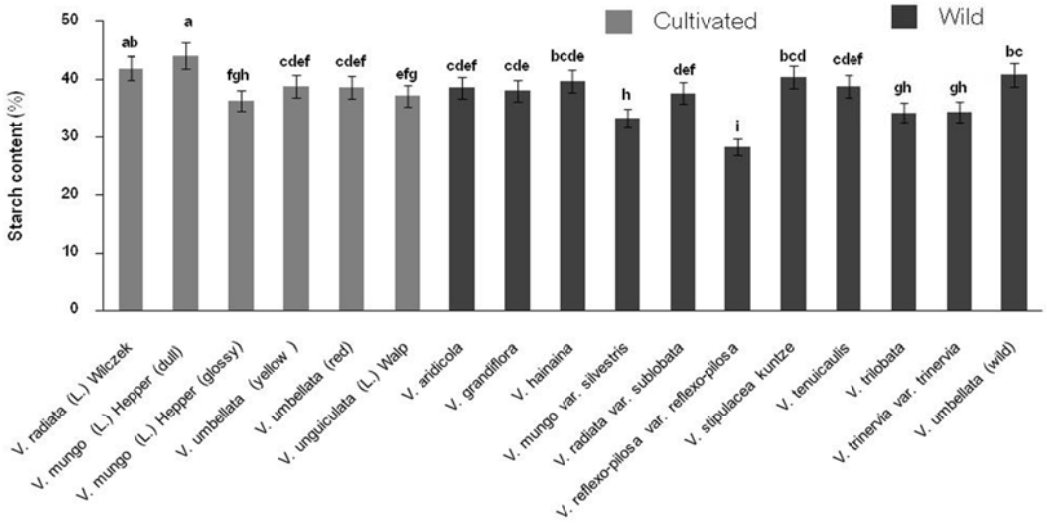


Figure 2 Starch content in seeds of 17 *Vigna* species

3. ปริมาณไขมัน

ปริมาณไขมันในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* ที่นำมาศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.40 – 2.27% (Figure 3) ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดถั่วเหลืองและถั่วลิสง โดยพบว่าถั่วชนิดปลูก คือ ถั่วนิ้วนางแดง (*V. umbellata*) ชนิดที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเหลือง มีปริมาณไขมันสูงที่สุด รองลงมาคือถั่วเขียวผิวดำ (*V. mungo*; ผิวด้าน) และค่าเฉลี่ยของปริมาณไขมันของชนิดปลูกเท่ากับ 1.20% ซึ่งสูงกว่าชนิดป่า

ที่มีค่าเท่ากับ 0.70% จากรายงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ในเมล็ดถั่วเขียวจำนวน 4 สายพันธุ์ ที่ปลูกในประเทศปากีสถานมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 1.20 – 1.56% (Anwar *et al*., 2007) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณไขมันในเมล็ดถั่วเขียวที่วิเคราะห์ได้ในงานวิจัยนี้

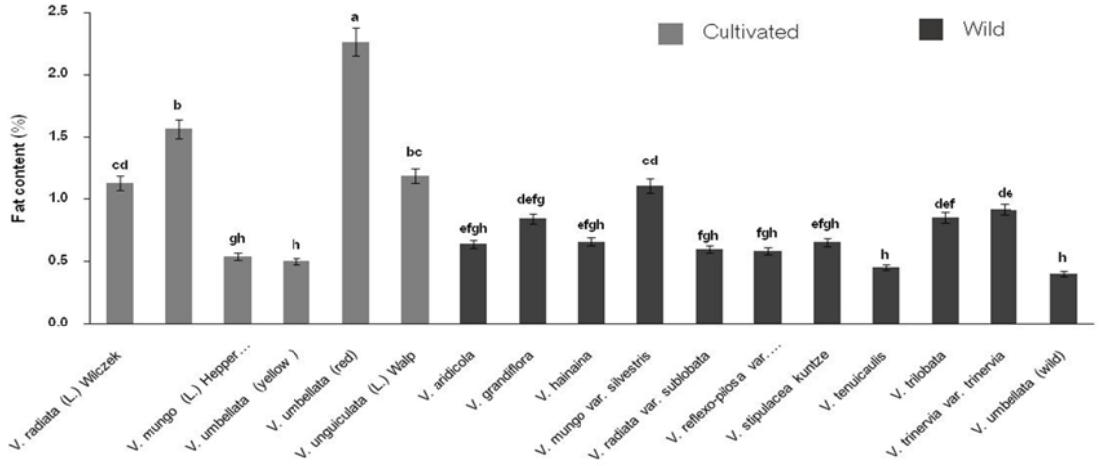


Figure 3 Content of fat in seeds of 17 *Vigna* species

4. ปริมาณกรดไขมัน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำมันจากเมล็ดพืชสกุล *Vigna* (Table 1) พบว่า มีกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid) สองชนิดคือ α-Linolenic acid และ Linoleic acid เป็นองค์ประกอบด้วย โดยเฉพาะชนิดปลูก 2 ชนิด คือ ถั่วเขียวผิวมัน (*V. radiata*) และ ถั่วเขียวผิวดำ (*V. mungo*) มีปริมาณกรด α -Linolenic ในน้ำมันในปริมาณที่สูง คือ 56-53 – 58.88% และน้ำมันในเมล็ดพืชส่วนใหญ่ที่นำมาศึกษาประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวและกรดไขมันอิ่มตัวในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน จากงานวิจัยของ Zia-Ul-Haq และคณะ (2014) ซึ่งรายงานว่าน้ำมันในเมล็ดของ *V. mungo* ชนิดปลูก ประกอบด้วยกรด α –Linolenic ในปริมาณที่สูง คือ 49.54 – 51.80% โดยมีปริมาณต่ำกว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ในครั้งนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 56.53%

5. ปริมาณเถ้า

จากการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* (Figure 4) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.39 – 5.97% และค่าเฉลี่ยปริมาณเถ้าของชนิดปลูกมีค่าเท่ากับ 4.29% และชนิดป่าเท่ากับ 5.30% โดยถั่วชนิดป่า คือ *V. reflexo-pilosa* var. *reflexo-pilosa* และ *V. radiata* var. *sublobata* มีปริมาณเถ้าสูงที่สุด และชนิดปลูกส่วนใหญ่มีปริมาณเถ้าในเมล็ดต่ำกว่าชนิดป่า จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า เมล็ดถั่ว *V. mungo* ชนิดปลูกมีปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 4.97 – 6.72% (Zia-Ul-Haq *et al*., 2014) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ในขณะที่ปริมาณเถ้าในเมล็ดถั่วเขียวจากรายงานวิจัยของ Anwar และคณะ (2007) มีค่าอยู่ในช่วง 2.96 – 3.39% ซึ่งน้อยกว่าในเมล็ดถั่วเขียวที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้

Table 1 Fatty acid components of seventeen domesticated and wild V*igna* species

Vigna species	Fatty acid content (%)									
	Myristic acid (C14:0)	Palmitic acid (C16:0)	Stearic acid (C18:0)	Elaidic acid (C18:1 n9t)	Oleic acid (C18:1 n9c)	Linoleic acid (C18:2n6c)	Arachidic acid (C20:0)	α-Linolenic acid (C18:3n3)	Behenic acid (C22:0)	Erucic acid (C22:1n9)
V. radiata (L.) Wilczek	ND	11.88	3.72	8.76	7.07	10.34	0.71	56.60	0.48	0.45
V. mungo (L.) Hepper (glossy)	0.64	12.55	3.00	10.51	ND	11.94	0.52	58.88	0.34	1.63
V. mungo (L.) Hepper (dull)	0.21	8.75	3.72	0.34	20.10	9.58	0.47	56.53	0.13	0.18
V. umbellata (Willd) Ohwi&Ohashi (yellow)	0.46	30.83	8.25	ND	7.64	31.89	1.63	17.45	1.55	ND
V. umbellata (Willd) Ohwi&Ohashi (red)	1.17	32.55	8.14	ND	12.71	26.21	1.58	15.48	2.18	ND
V. unguiculata (L.) Walp	0.11	15.82	43.75	5.81	ND	14.28	1.38	14.16	3.75	0.94
V. aridicola	0.51	25.34	30.93	ND	3.39	24.86	1.63	10.93	1.81	0.32
V. grandiflora	0.37	29.04	9.09	ND	6.62	33.27	2.59	16.02	2.54	0.19
V. hirtella	0.60	28.46	8.95	ND	8.27	36.74	1.31	13.43	1.50	0.43
V. mungo var. *silvestris*	ND	11.74	4.46	ND	15.00	5.30	0.54	61.66	0.99	0.32
V. radiata var. *sublobata*	0.44	28.41	9.20	ND	3.74	36.65	2.08	14.89	4.33	0.00
V. reflexo-pilosa var. *reflexo-pilosa*	0.85	40.65	9.19	ND	3.86	28.62	1.35	12.06	2.45	0.62
V. stipulacea Kuntze	0.71	39.36	9.51	ND	12.46	25.33	1.69	7.23	3.36	ND
V. tenuicaulis	1.27	65.29	17.18	ND	16.27	ND	ND	ND	ND	ND
V. trilobata	0.00	67.09	19.65	ND	13.27	ND	ND	ND	ND	ND
V. trinervia var. *trinervia*	0.96	44.83	10.60	6.34	24.05	ND	0.52	12.02	ND	ND
V. umbellata (wild)	0.69	33.42	9.67	7.20	ND	30.26	1.82	13.98	2.31	0.38
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	57.34	15.43	33.19	70.02	50.35	9.18	20.10	11.84	28.52	93.56
Mean	0.49	30.77	12.52	2.33	8.7957	18.748	1.22	23.030	1.61	0.31

** Significant at $P \leq 0.01$

ND = Non detected

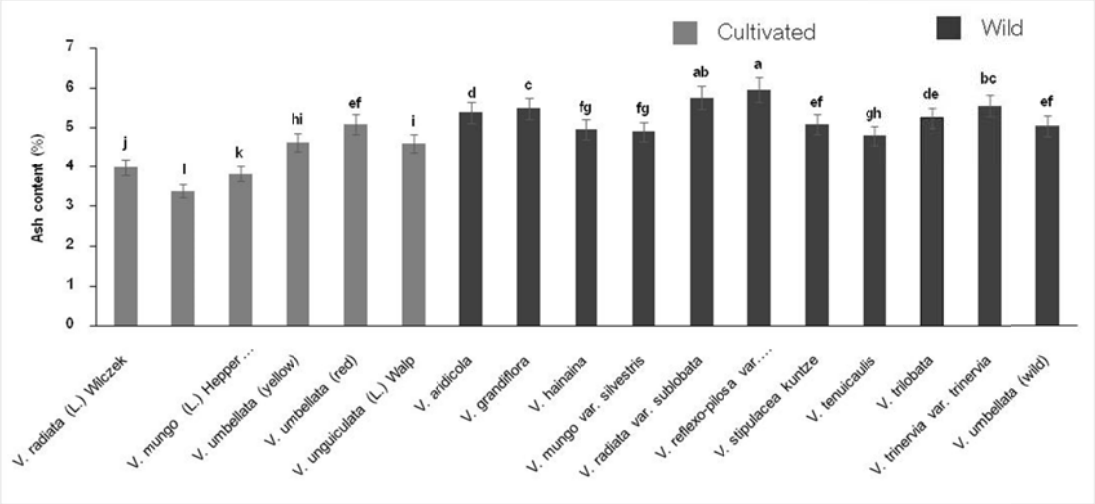


Figure 4 Ash content in seeds of 17 *Vigna* species

สรุป

จากการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* ในประชาการที่นำมาศึกษานี้ พบความแปรปรวนของปริมาณโปรตีน ไขมัน กรดไขมัน แป้ง และ เถ้าในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* 17 ชนิด โดยพบว่า ถั่วชนิดป่า 2 ชนิด คือ *V. mungo* var. *silvestris* และ *V. reflexo-pilosa* var. *reflexo-pilosa* มีปริมาณโปรตีนต่อน้ำหนักเมล็ดสูงที่สุด ในขณะที่ชนิดปลูกนั้น ถั่ว cowpea (*V. unguiculata*) ถั่วเขียวผิวดำ (*V. mungo*; ผิวมัน) และถั่วเขียวผิวมัน (*V. radiata*) มีปริมาณโปรตีนสูง และถั่วเขียวผิวมันยังมีปริมาณแป้งในเมล็ดสูงที่สุดอีกด้วย สำหรับปริมาณไขมันนั้น ในเมล็ดพืชสกุล *Vigna* มีปริมาณไขมันต่ำ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.40 – 2.27% และมีองค์ประกอบกรดไขมันประกอบด้วยกรด α-linolenic และ linoleic ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็น โดยจะเห็นได้ว่าถั่วชนิดปลูก 2 ชนิดคือ ถั่วเขียวผิวมัน (*V. radiata*) และ ถั่วเขียวผิวดำ (*V. mungo*) มีปริมาณกรด α-linolenic ในน้ำมันในปริมาณที่สูง และจากการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า พบว่า ชนิดปลูกส่วนใหญ่มีปริมาณเถ้าน้อยกว่าชนิดป่า ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำพืชวงศ์ถั่วสกุล *Vigna* ไปใช้ในแง่ของการนำไปเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ หรือในการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์พืชวงศ์ถั่วสกุล *Vigna* ในประเทศไทยให้มีคุณสมบัติที่ดีโดยมีองค์ประกอบทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในปริมาณสูง แต่หากมีการนำถั่วชนิดป่าไปใช้ประโยชน์ อาจจะต้องศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ผลผลิต ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิต และสารต้านโภชนาการ เพื่อการใช้ประโยชน์ถั่วชนิดป่าสกุล *Vigna* ได้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่สนับสนุนเงินอุดหนุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ธวัชชัย ไชยตระกูลทรัพย์. 2524. **การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนและคาร์โบไฮเดรตในใบและยอดของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยในรอบปี**. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประกิจ สมท่า, วรภา สีหลักษณ์ และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2552. เชื้อพันธุกรรม ความหลากหลาย การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ของพืชในสกุล *Vigna* สกุลย่อย *Ceratotropis* (Asian *Vigna*) ในประเทศไทย. **วารสารวิชาการเกษตร (Thai Agricultural Research Journal)**, ปีที่ 27, ฉบับที่ 2, หน้า 205-226.

วิมล ปันสุภา วีระพันธ์ กันแก้ว วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์ สุทัศน์ จุลศรีไกวัล และสุมินทร์ สมุทคุปติ์. 2546. **ถั่วอะซูกิในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนบนที่สูง**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มูลนิธิโครงการหลวง, กรุงเทพฯ, 49 หน้า.

Anwar, F., S. Latif, R. Przybylski, B. Sultana and M. Ashraf. 2007. Chemical composition and antioxidant activity of seeds of different cultivars of mungbean. **Journal of Food Science** 72(7): 503-510.

AOAC. 1980. **Animal feed: Crude Protein.** In Official Methods Analysis of the AOAC, 13thed. 127 pp. (7.026).

AOAC. 2000. **Oils and fat.** In Official Methods Analysis of AOAC International, 17thed. Official Method 940 (28): 23-25.

Tae J., M. Lee, Y. Jeong, J. Lee, S. Han, C. Park, S. Pae, C. Hwang, I. Baek, and K. Park. 2010. Anthocyanins in Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. unguiculata]. **Food Sci. Biotechnol** 19(3): 821-826.

Ha T. J., M. H. Lee, Y. N. Jeong, J. H. Lee, S. I. Han, C. H. Park, S. B. Pae, C. D. Hwang, I. Y. Baek, and K. Y. Park. 2010. Anthocyanins in Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. unguiculata]. **Food Sci. Biotechnol** 19(3): 821-826.

Hodge, J. E. and M. Hofreither, 1962. **Determination of reducing sugar and carbohydrates**, pp. 380-394. In R.L. Whistler and M.L. Wolfron (eds.) Method in Carbohydrate Chemistry Vol. 1. Academic Press, New York.

ISO 6493 : 2000. **Animal feeding stuffs**: Determination of starch content Polarimetric method. 2016. 10 p.

Sae-Tan, S. and O. Saetling. 2017. Anti-diabetic activities of vitexin and isovitexin from mung bean soup. **Nutrition & Food Sciences** 7(4).

Tomooka, N., D. A. Vaughan, H. Moss and N. Maxted. 2002. **The Asian *Vigna*: Genus *Vigna* Subgenus *Ceratotropis* Genetic Resources.** Kluwer, Dordrecht. 270 p.

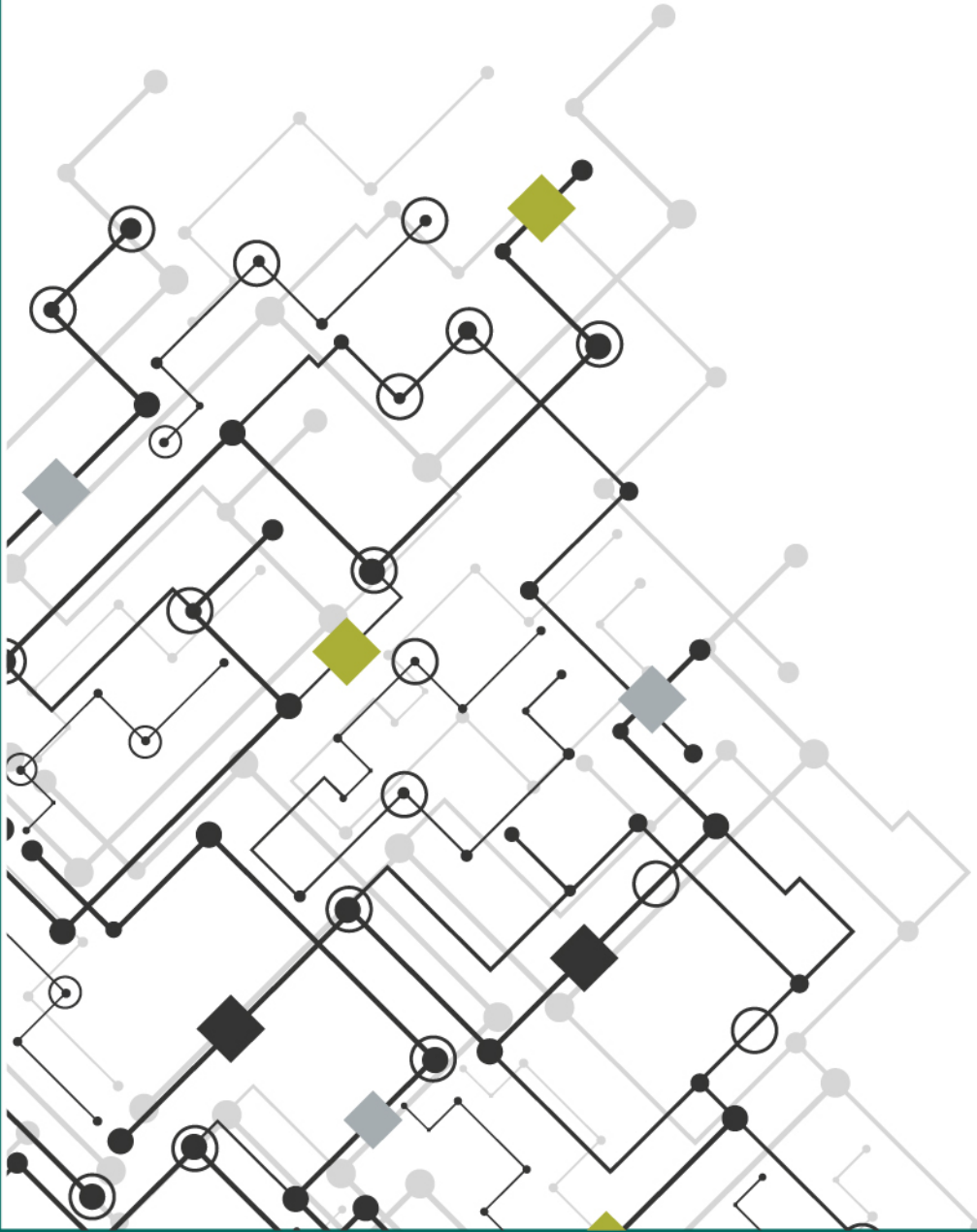
Zia-Ul-Haq. M., S. Ahmad, S. A. Bukhari, R. Amarowicz, S. Ercisil and H. Z. Jaafar. 2014. Compositional studies and biological activities of some mash bean (Vigna mungo (L.) Hepper) cultivars commomly consumed in Pakistan. **Biological Research** 47(23): 1-14.

สาขาพืช

Subject: Plants

ภาคโปสเตอร์

Poster Presentation



KU
KASETSART
UNIVERSITY

การลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนูระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีทางกายภาพ

Reduction of Fungal Contamination on Chili during Storage by Physical Method

บุญญวดี จิระวุฒิ[1*] รัตตา สุทธยาคม[1] และ วีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย[1]

Boonyawadee Chirawut[1*] Ratta Suttayakom[1] and Weeraporn Dejnumbunchachai[1]

บทคัดย่อ

ผลพริกบรรจุถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม หรือถุงพลาสติก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบการปนเปื้อนของเชื้อราหลายชนิด คือ *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. และ *Bipolaris* sp. สามารถเข้าทำลายผลพริกได้ทางบาดแผล งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาวิธีการทางกายภาพ คือการใช้น้ำร้อน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริก พบว่า การจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 - 52 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที และการเก็บผลพริกที่อุณหภูมิ 5 - 10 องศาเซลเซียส สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ได้ดี การเก็บผลพริกที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อราที่ก้านของผลพริก แต่ถ้าต้องการเก็บผลพริกเป็นเวลา 21 และ 28 วัน ควรทำการจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 - 52 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะช่วยลดการเกิดเชื้อราที่ก้านผลพริกได้ดี

ABSTRACT

Contamination of fungi was investigated in chili fruits which packed in foam punner and covered by PVC film or plastic bag during storage at 15 ºC. There were infection of *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. and *Bipolaris* sp. Infection can also occur through damaged skin of chili fruit. This research was conducted to study physical methods to reduce the fungal contamination on chili fruit by hot water treatment and low temperature. The results showed hot water at 50 -52 ºC for 3 min or storage at 5 – 10 ºC had high ability to reduce the infection of *Fusarium* sp. or *Alternaria* sp. on chili fruit compared with untreated fruit (control). The results obtained in this study showed that there was no fungi infection detected in chili fruits' peduncle kept at 10 ºC for 14 days. Dipping chili fruits in hot water at 50 - 52 ºC for 3 min reduced the incidence of fungal infection on chili peduncle and calyx for 21 and 28 days of storage at 10 ºC.

Key Words: fungal contamination, hot water, low temperature, control

*Corresponding author, e-mail address: **ppathku@yahoo.co.th**

[1]กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok 10900

คำนำ

พริก (Chili) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum* spp. อยู่ในวงศ์ Solanaceae พริกเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง การผลิตพริกเพื่อการส่งออกประสบปัญหาหลายประการ เช่น ผลเหี่ยวและอ่อนนิ่มเร็ว เกิดจากการสูญเสียน้ำ ทำให้ผลพริกมีการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ขั้วผลมีสีดำ และพบเส้นใยของเชื้อรา เกิดขึ้นบริเวณก้านของผลพริกจำนวนมาก Machenahalli *et al.* (2014) ทำการตรวจเชื้อราบริเวณก้านผลพริก (pedicel) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบเชื้อรา *Colletotrichum capsici, C. gloeosporioides, C. acutatum, Alternaria alternate* และ *Fusarium* spores เชื้อราเหล่านี้ทำให้ผลพริกมีอายุการเก็บรักษาและอายุการวางจำหน่ายสั้น คุณภาพของผลพริกลดต่ำลง ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ

การควบคุมโรคของผักผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวในปัจจุบัน มุ่งเน้นเรื่องความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นหลัก ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่อการลดการใช้สารเคมีในขบวนการผลิต จึงได้มีการศึกษาวิจัยหาวิธีการอื่นๆ มาใช้ในการควบคุม ได้แก่ การใช้น้ำร้อนเป็นการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคที่มีประสิทธิภาพ สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อรา และการเข้าทำลายแบบแฝงของเชื้อราที่บริเวณผิว หรือเนื้อเยื่อชั้นที่อยู่ใต้เปลือกของผลไม้หรือผัก ผลไม้และผักสามารถทนต่อการสัมผัสน้ำที่มีอุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส ได้นานถึง 10 นาที ซึ่งช่วงอุณหภูมินี้ในระยะเวลาที่สั้นกว่าสามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคหลังเก็บเกี่ยวได้ (Barkai-Golan and Phillips. 1991) และการใช้อุณหภูมิต่ำเป็นการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (จริงแท้, 2542) งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาอุณหภูมิน้ำร้อนและระยะเวลาที่เหมาะสมในการจุ่มผลพริก และอุณหภูมิต่ำสำหรับเก็บรักษาผลพริก เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริก เป็นแนวทางในการลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลพริกให้นานขึ้น และยังคงคุณภาพดี เพื่อเพิ่มศักยภาพในการส่งออกไปยังต่างประเทศได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาชนิดของเชื้อราที่ปนเปื้อนพริกขี้หนูในบรรจุภัณฑ์ขณะเก็บรักษา

นำพริกขี้หนูแดงเก็บในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ ได้แก่ ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มโพลิไวนิลคลอไรด์ (PVC), ถุงพลาสติกชนิดโพลิเอธิลีน (PE), ถุงพลาสติกยืดอายุผักผลไม้ เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ตรวจเชื้อราที่มีการเจริญบนผลพริกในระหว่างเก็บรักษา จำแนกชนิดของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริก และทำการทดสอบความสามารถในการเข้าทำลายของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริก

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อน เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

นำพริกขี้หนูแดงที่สมบูรณ์ ปลูกเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริก 2 ชนิด คือ *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. (ผลจากการทดลองที่ 1) โดยทำแผลบนผลพริก แล้วหยดสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา 5 ไมโครลิตร นำมาเรียงใส่ตะกร้าพลาสติก คลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ ผึ่งให้แห้ง บรรจุผลพริกในถาดโฟม จำนวน 10 ผล/ถาด แล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 8 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (น้ำ)
กรรมวิธีที่ 2 น้ำร้อน 50 °ซ เป็นเวลา 1 นาที
กรรมวิธีที่ 3 น้ำร้อน 50 °ซ เป็นเวลา 3 นาที
กรรมวิธีที่ 5 น้ำร้อน 52 °ซ เป็นเวลา 3 นาที
กรรมวิธีที่ 6 น้ำร้อน 55 °ซ เป็นเวลา 30 วินาที
กรรมวิธีที่ 7 น้ำร้อน 55 °ซ เป็นเวลา 1 นาที

กรรมวิธีที่ 4 น้ำร้อน 52 °ซ เป็นเวลา 1 นาที กรรมวิธีที่ 8 น้ำร้อน 57 °ซ เป็นเวลา 30 วินาที

บันทึกผล ความรุนแรงของโรค (%) โดยวัดขนาดของแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา

ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

นำพริกขี้หนูแดงที่สมบูรณ์ ปลูกเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริก 2 ชนิด คือ *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. โดยทำแผลบนผลพริก แล้วหยดสปอร์แขวงลอยของเชื้อรา 5 ไมโครลิตร นำมาเรียงใส่ตะกร้าพลาสติก คลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา บรรจุผลพริกในถาดโฟม จำนวน 10 ผล/ถาด แล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 3 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ

บันทึกผล ความรุนแรงของโรค (%) โดยวัดขนาดของแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

นำพริกขี้หนูแดงที่สมบูรณ์ (ไม่ปลูกเชื้อรา) นำมาจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที (ผลจากการทดลองที่ 2) ผึ่งผลพริกให้แห้ง บรรจุผลพริกในถาดโฟม จำนวน 10 ผล/ถาด แล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE เปรียบเทียบกับการจุ่มผลพริกในน้ำ (กรรมวิธีควบคุม) เป็นเวลา 3 นาที และโปรคลอราช 500 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (ผลจากการทดลองที่ 3) เป็นเวลา 28 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ

บันทึกผล วันที่ 7 14 21 และ 28 ของการเก็บรักษา

1. จำนวนผลพริกที่มีเชื้อราที่ก้านผล (%)
2. คุณภาพของผลพริกขี้หนูหลังการเก็บรักษา

- การสูญเสียน้ำหนัก โดยชั่งน้ำหนักของผลพริกหวานก่อนและหลังการเก็บรักษา นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากสูตร

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา})}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$

- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลพริก ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta Model DP-301) รายงานผลเป็นค่า ค่า L เป็นค่าที่รายงานถึงความสว่างของสี ค่า a เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีเขียว-แดง และ ค่า b เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงิน-เหลือง

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ศึกษาชนิดของเชื้อราที่ปนเปื้อนพริกขี้หนูในบรรจุภัณฑ์ขณะเก็บรักษา

ผลพริกบรรจุถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มโพลิไวนิลคลอไรด์ ถุงพลาสติกชนิดโพลิเอธิลีน และถุงพลาสติกยืดอายุผักผลไม้ เก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบการปนเปื้อนของเชื้อราหลายชนิด คือ เชื้อรา *Alternaria* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp., *Nigrospora* sp., *Phomopsis* sp. และ *Cladosporium* sp.

เมื่อนำเชื้อราที่ปนเปื้อนผลพริกทั้ง 7 ชนิด ปลูกเชื้อลงบนผลพริก 2 วิธี คือ วิธีการทำแผลบริเวณกลางผลพริก และวิธีการไม่ทำแผล พบว่า วิธีการทำแผล เชื้อรา *Fusarium* sp. สามารถเข้าทำลายผลพริกทำให้เนื้อเยื่อยุบตัวเป็นบริเวณกว้าง มีเส้นใยสีขาวขึ้นบริเวณแผล แสดงอาการรุนแรงมากกว่าเชื้อราชนิดอื่น (Figure 1A)

รองลงมาคือ เชื้อรา *Alternaria* sp. ทำให้เนื้อเยื่อยุบตัวเช่นเดียวกัน แต่มีขนาดแผลเล็กกว่าเชื้อรา *Fusarium* sp. (Figure 1B) เชื้อรา *Curvularia* sp. และ *Bipolaris* sp. บริเวณแผลมีการยุบตัวของเนื้อเยื่อเล็กน้อย ขอบแผลเป็นสีน้ำตาล ไม่รุนแรง (Figure 1C-1D) เชื้อรา *Nigrospora* sp., *Phomopsis* sp. และ *Cladosporium* sp. ไม่แสดงอาการ เนื้อเยื่อไม่ยุบตัว ส่วนวิธีการไม่ทำแผลไม่พบการเข้าทำลายของเชื้อราทั้ง 7 ชนิด ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Datar (1995) พบเชื้อรา 6 ชนิด บนผลพริกเน่า ได้แก่ เชื้อรา *A. alternate, Aspergillus niger, F. moniliforme, F. solani, Drecheslera australiensis* และ *C. capsici*

จากผลการทดลองได้เลือกเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ซึ่งสามารถเข้าทำลายผลพริกทางบาดแผลได้รุนแรงกว่าเชื้อราชนิดอื่นที่ปนเปื้อนบนผลพริก ใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

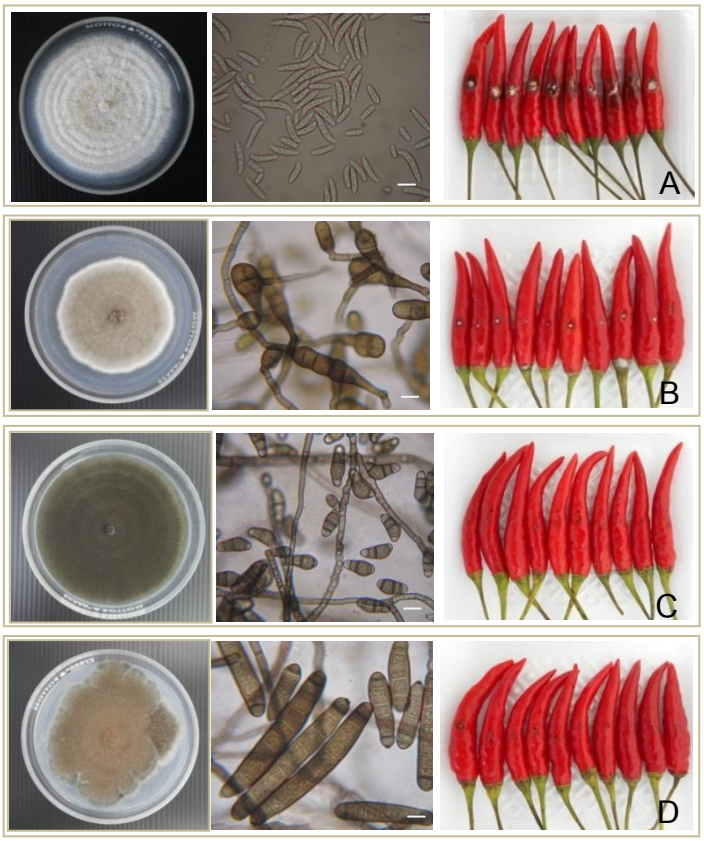


Figure 1 Colony and morphological structures in fungi and symptom on chili, scale bars: 10 µm

A) *Fusarium* sp. C) *Curvularia* sp.

B) *Alternaria* sp D) *Bipolaris* sp.

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อน เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. พบว่าการจุ่มผลพริกในน้ำร้อน 50 และ 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ได้ดี โดยดูจากขนาดของแผลบนผลพริก พบว่าผลพริกที่ปลูกเชื้อรา *Fusarium* sp. มีขนาดแผล 0.22 และ 0.25 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนผลพริกที่ปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp. มีขนาดแผล 0.11 และ 0.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fellik

et al. (1999) การจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *Botrytis cinerea* และ *Alternaria alternate* ระหว่างการเก็บรักษา

Table 1 Efficacy of hot water to reduce contaminated fungi on chili storage at 15ºC for 14 days

Treatment	Symptom lesion [(1)] (cm)	
	Fusarium sp.	*Alternaria* sp.
control (water)	0.66 bc	0.69 d
hot water 50 ºC for 1 min	0.73 c	0.31 bc
hot water 50 ºC for 3 min	0.22 a	0.11 ab
hot water 52 ºC for 1 min	0.51 abc	0.09 ab
hot water 52 ºC for 3 min	0.25 a	0.05 a
hot water 55 ºC for 30 sec	0.29 a	0.34 c
hot water 55 ºC for 1 min	0.32 a	0.13 abc
hot water 57 ºC for 30 sec	0.34 ab	0.02 a
F-test	**	**
CV (%)	57.00	72.47

[(1)]Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำ คือ 15 10 และ 5 องศาเซลเซียส ในการลดการปนเปื้อนของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. บนผลพริกแดง พบว่า อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ได้ดีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดแผลเล็กจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีขนาดแผล 0.04 – 0.21 เซนติเมตร (Table 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hibar *et al.* (2006) พบว่าเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f.sp. *radices-lycopersici* ไม่สามารถเจริญได้ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และรายงานการวิจัยของ Pose *et al.* (2009) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเชื้อรา *A. alternate* คือ 25 – 30 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิต่ำสุด และสูงสุดของการงอกของสปอร์ คือ 5 และ 35 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองนี้ เลือกอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดสอบขั้นต่อไป ซึ่งมีประสิทธิภาพดีในการลดการปนเปื้อนของเชื้อรา และประหยัดไฟกว่าการเลือกอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามการเก็บผลพริกขี้หนูแดงที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว สอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษณา (2550) พบว่า ผลพริกขี้หนูในระยะสีเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่แสดงอาการสะท้านหนาว ส่วนผลพริกในระยะเปลี่ยนสี และระยะสีแดง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่แสดงอาการสะท้านหนาว โดยอาการสะท้านหนาวที่พบคือการเปลี่ยนสีของเมล็ดจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล

Table 2 Efficacy of low temperature to reduce contaminated fungi on chili for 14 days

Treatment	Symptom lesion [(1)] (cm)	
	Fusarium sp.	*Alternaria* sp.
Kept at 15 ºC	1.60 b	1.18 b
Kept at 10 ºC	0.06 a	0.21 a
Kept at 5 ºC	0.05 a	0.04 a
F-test	**	**
CV (%)	39.59	64.10

[(1)]Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

ผลพริกขี้หนูแดงที่จุ่มในน้ำร้อน 50 และ 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน พบว่า เชื้อราที่ก้านผลพริก หลังเก็บรักษา นาน 21 และ 28 วัน การเกิดเชื้อราที่ก้านผลของผลพริกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลพริกที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 52 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที มีการเกิดเชื้อราที่ก้านผล 0.83 และ 5.83 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษา 21 วัน และการเกิดเชื้อราที่ก้านผล 13.14 และ 25.83 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษา 28 วัน มีการเกิดเชื้อราที่ก้านของผลพริกน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม มีการเกิดเชื้อราที่ก้านผล 32.07 และ 62.80 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษา 21 และ 28 วัน (Table 3) สอดคล้องกับ ผลการทดลองการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 52 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ได้ดี

Table 3 Effect of hot water on contaminated fungi on chili storage at 10 ºC for 7, 14, 21 and 28 days

treatment	Contaminated fungi (%)			
	7 day	14 day	21 day	28 day
Control (water)	0.00	0.00	32.07 b	62.80 c
prochloraz 500 mg/l	0.00	0.00	0.00 a	2.50 a
hot water 50 ºC for 3 min	0.00	0.00	5.83 a	25.83 b
hot water 52 ºC for 3 min	0.00	0.00	0.83 a	13.14 a
F-test	-	-	**	**
CV (%)	-	-	109.32	30.26

[(1)]Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

การสูญเสียน้ำหนักของผลพริก หลังจากเก็บรักษาครบ 7, 14, 21 และ 28 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี แต่อย่างไรก็ตามมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (Table 4)

Table 4 Effect of hot water on weight loss of chili storage at 10 ºC for 7, 14, 21 and 28 days

treatment	Change of weight loss (%)			
	7 day	14 day	21 day	28 day
Control (water)	0.58	0.95	0.96	1.72
prochloraz 500 mg/l	0.50	1.06	0.97	1.52
hot water 50 ºC for 3 min	0.54	1.17	1.30	1.71
hot water 52 ºC for 3 min	0.66	1.05	1.21	1.68
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	25.09	18.55	23.33	27.56

การเปลี่ยนแปลงสีของผลพริก พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีความสว่าง (L) และการเปลี่ยนแปลงค่าสีเขียว-แดง (a-value) ของผลพริกขี้หนูแดงที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) ในทุกช่วงเวลาของการเก็บรักษา อยู่ในช่วง 31.88 - 34.72 (Table 5) ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b-value) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บรักษา นาน 28 วัน โดยผลพริกที่จุ่มน้ำร้อน อุณหภูมิ 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที มีค่า b-value มากที่สุด เท่ากับ 26.21 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) และโปรคลอราช 500 มก./ล. มีค่า b-value เท่ากับ 23.15 และ 22.40 ตามลำดับ (Table 5) เมื่อค่า b เป็นค่าบวก แสดงว่าอยู่ในช่วงสีเหลือง การเปลี่ยนแปลงสีในระหว่างการสุกของผล สามารถเป็นดัชนีชี้ให้ทราบถึงระยะการสุกได้ เมื่อผลแก่จัดหรือเริ่มสุก สีพื้นเดิม (Ground color) จะเริ่มซีดจางลงจากสีเขียวเข้ม เป็นสีเขียวที่อ่อนกว่า และเกิดสีทับ (Over color) สีต่างๆ เช่น สีเหลือง แดง ม่วง ฯลฯ ขึ้นแทนที่ ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดจากการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll degradation) เป็นผลให้คาโรทีนอยด์ (Carotenoids) หรือรงควัตถุอื่น แสดงความเด่นขึ้นมา ทำให้ผลไม้มีสีเหลือง ซึ่งเป็นอาการของการชรา (สังคม, 2557) หรือการสุกแก่ที่เพิ่มขึ้น

Table 5 Effect of hot water on color of chili peel storage at 10 ºC for 7, 14, 21 and 28 days

treatment	Change of color of peel											
	7 day			14 day			21 day			28 day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control (water)	33.75	40.40	24.80	34.30a	40.42	24.74	31.88	40.31	24.97	33.26a	39.25ab	23.15b
prochloraz 500 mg/l	33.57	42.50	27.97	32.34b	41.66	27.01	31.58	39.99	24.99	29.99b	37.99b	22.40b
hot water 50 ºC for 3 min	33.83	41.37	26.62	33.05ab	40.30	24.98	32.60	42.08	27.72	32.30a	39.43ab	24.01ab
hot water 52 ºC for 3 min	34.72	42.20	28.57	34.40a	40.52	25.47	33.65	42.04	27.02	33.31a	41.35a	26.21a
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*
CV (%)	3.56	3.38	7.86	2.97	2.40	7.03	3.93	3.43	8.78	4.20	3.65	6.56

[1] Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 95% level by DMRT

สรุป

เชื้อราที่พบปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนูแดงมี 7 ชนิด ได้แก่ *Alternaria* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp., *Nigrospora* sp., *Phomopsis* sp. และ *Cladosporium* sp. และเชื้อราที่สามารถเข้าทำลายผลพริกได้เมื่อเกิดบาดแผล คือ *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Bipolaris* sp. และ *Curvularia* sp.

การจุ่มผลพริกขี้หนูแดงในน้ำร้อน 50 หรือ 52 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ที่เกิดจากการปลูกเชื้อราบนผลพริกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเก็บผลพริกขี้หนูแดง นาน 2 สัปดาห์ ควรเก็บผลพริกที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และเมื่อต้องการเก็บผลพริกนาน 3-4 สัปดาห์ ควรทำการจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 - 52 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ร่วมกับการเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อรา และผลพริกยังคงมีคุณภาพดี

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา บุญศิริ. 2550. **การสะท้านหนาวของพริก 3 พันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2542. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2557. **บทที่ 4 สรีรวิทยาการสุกของผล**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. ag.kku.ac.th/suntec/113401/HortPhysiol-chapter%204_TXT.pdf 20/12/2560

Barkai-Golan, R., Phillips, D.J., 1991. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. **Plant Disease**. 75 : 1085-1089.

Datar, V.V., 1995. Pathogenecity and effect of temperature on six fungi causing fruit rot of chilli. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**. 25:195-197.

Fellik E., Grinberg S., Alkalai S., Yekutieli O., Wiseblum A., Regev R., Beres H. & Bar-Lev E. 1999. A unique hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper.. **Postharvest Biology and Technology**. 15:25-32.

Hibar K., M. Daami-Remadi, H. Jabnoun-Khiareddine and M. El Mahjoub. 2006. Temperature Effect on Mycelial Growth and on Disease Incidence of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radices-lycopersici*. **Plant pathology Journal**. 5:233-238.

Machenahalli S, V. B. Nargund and S. Patil. Quick detection and diagnosis of chilli fruit rot pathogens. **Vegetos** 27:188-191

Pose G., A. Patriarca, V. Pardo, V. Fernandez Pinto. 2009. Effect of water activity and temperature on growth of *Alternaria alternate* on a synthetic tomato medium. **International Journal of Food Microbiology** 135: 60-63.

ผลของโคลชิซินต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเบญจมาศ

Effects of Colchicine on Morphological Characteristics of *Chrysanthemum morifolium*

กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์[1*]

Kittisak Chotikadachanarong[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของโคลชิซินต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเบญจมาศโดยนำเมล็ดที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วแช่ในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ร่วมกับโคลชิซินความเข้มข้น 0, 0.025 และ 0.050% เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง รวม 6 ชุดการทดลอง เขย่าด้วยเครื่องเขย่าความเร็ว 110 รอบต่อนาที จากนั้นทำเมล็ดไปเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าจำนวนคลอโรพลาสต์ในปากใบ และขนาดของปากใบจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น และระยะเวลาในการแช่โคลชิซินในสารโคลชิซิน โดยการแช่โคลชิซินความเข้มข้น 0.025 และ 0.050% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีจำนวนคลอโรพลาสต์ในเซลล์คุมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ 38.11 และ 38.89 คลอโรพลาสต์ต่อเซลล์ ตามลำดับ นอกจากนั้นความกว้าง และความยาวของปากใบของชุดการทดลองที่แช่เมล็ดในสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.050% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และความเข้มข้น 0.025% และ 0.050% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีความกว้าง และยาวของปากใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ABSTRACT

The study on effects of colchicine on morphological characteristics of *Chrysanthemum morifolium*. Sterilized seeds were immersed in liquid MS medium supplemented with 30 g/L sugar and 0, 0.025 and 0.050% colchicine for 24 and 48 h total 6 treatments shaken at 110 rpm. Then, seeds were cultured on semi-solid MS medium supplemented with 30 g/L sugar for 12 weeks in 16 h./d photoperiod. It was found that stomatal size and chloroplast numbers in guard cells were increased when concentration of colchicine and immersion time increased. Seeds treated with 0.025 and 0.050% colchicine for 48 h gave the significantly highest average chloroplast numbers at 38.11 and 38.89 chloroplasts/stomata, respectively. Furthermore, seeds treated with 0.050% colchicine for 24 h, 0.025 and 0.050% colchicine for 48 h showed the significantly highest average width and length of stomata.

Key Words: polyploidy, chloroplast number, stomata size

* Corresponding author; e-mail address: **Kittisak_cho@cmru.ac.th**

[1]ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

[1]Center of Excellence on Plant Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai 50300

คำนำ

เบญจมาศ (*Chrysanthemum morifolium)* เป็นไม้ดอกไม้ประดับชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกกันมากในประเทศไทยเนื่องจากใช้พื้นที่น้อย บังคับการออกดอกได้ ให้ผลตอบแทนเร็ว คนนิยมใช้ ทนต่อการขนส่ง มีอายุการปักแจกันนาน ขยายพันธุ์ได้ง่ายและมีพันธุ์หลากหลาย ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 2,000 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 150 ล้านช่อต่อปี สามารถผลิตได้ดีในพื้นที่ราบของภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงฤดูหนาว โดยมีแหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย เพชรบูรณ์ หนองคาย อุดรธานี ขอนแก่น นครราชสีมา อุบลราชธานี และยะลา ในปี 2559 ประเทศไทยสามารถส่งออกเบญจมาศตัดดอกได้มูลค่า 8,007,118 บาท แต่กลับพบว่าประเทศเองมีการนำเข้าเบญจมาศตัดดอกมูลค่าสูงถึง 255,553,208 บาท เนื่องจากเหตุผลหลายประการ ได้แก่ คุณภาพดอกไม่ดี ไม่สม่ำเสมอ ผลิตได้ปริมาณและคุณภาพดีเฉพาะในช่วงฤดูหนาว และโดยเฉพาะอย่างยิ่งขาดแหล่งพันธุ์ที่ดีต้นพ่อแม่พันธุ์เก่า อ่อนแอ ไม่มีพันธุ์ ใหม่ๆ เข้าสู่ตลาด ดังนั้นหากมีการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการใช้สารเคมี คือ โคลชิซิน ซึ่งมีผลต่อการแบ่งเซลล์ โดยการยับยั้งการสร้าง spindle fiber ที่ทำหน้าที่ในการช่วยดึงโครโมโซมระยะเมทาเฟส (อมรา, 2546) ส่งผลให้โครโมโซมไม่แยกออกจากกัน จึงทำให้นิวเคลียสมีโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จากคุณสมบัติดังกล่าวโคลชิซินจึงถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างกว้างขวาง เพื่อชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยส่วนประกอบต่าง ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกและใบมีสีเข้มขึ้น ลำต้นเตี้ย ข้อและปล้องสั้น เป็นต้น ตัวอย่างเช่น วิไลลักษณ์ และสุขไผท (2551) ทำการปรับปรุงพันธุ์ของกล้วยไม้ดินหมูกลิ้งโดยใช้โคลชิซินร่วมกับเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช พบว่าต้นอ่อนในสภาพปลอดเชื้อที่ได้รับโคลชิซินความเข้มข้น 1% นาน 4 และ 6 ชั่วโมง จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็น tetraploid (2n=4X) และต้นที่ได้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปคือ ต้นเตี้ย ใบหนา ปากใบกว้าง เซลล์คุมหนา มีจำนวนใบต่อ ตารางไมโครเมตรน้อย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้โคลชิซินความเข้มข้นต่าง ๆ และระยะเวลาที่ใช้แช่แตกต่างกัน ร่วมกับการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์โดยตรวจสอบจากการเพิ่มจำนวนคลอโรพลาสต์ในปากใบ และการเพิ่มขนาดของปากใบเพื่อเป็นการคัดเลือกต้นโพลีพลอยด์เบื้องต้นก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วย flowcytometry ต่อไป เพื่อเป็นแนวทางในการใช้เทคนิคดังกล่าวในการประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าของเบญจมาศต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารโคลชิซิน

ทำการเตรียมสารละลายโคชิซินความเข้มข้น 0.025 และ 0.050% โดยชั่งสารโคชิซิน 0.025 กรัม และ 0.050 กรัม ตามลำดับ ละลายด้วย 95% เอทธานอล 3 หยด ปรับปริมาตรเป็น 100 มล ที่น้ำกลั่นฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นกรองด้วยแผ่นกรองแบคทีเรียที่ฆ่าเชื้อแล้ว ขนาด 0.22 ไมครอน เทใส่ขวดชา ปิดฝา จะได้สารโคชิซินความเข้มข้น 0.025 และ 0.050% ตามลำดับ

การศึกษาผลของโคลชิซินต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเลี้ยงเนื้อเยื่อเบญจมาศ

นำเมล็ดพันธุ์เบญจมาศ ตราสามเอ มาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 15% และ 10% เป็นเวลา 10 และ 15 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที แล้วนำไปแช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0, 0.025 และ 0.050% เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง รวม 6 ชุดการ

ทดลอง ชุดการทดลองละ 10 ซ้ำ จากนั้นนำเมล็ดที่แช่สารละลายโคลชิซินแล้วมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร pH 5.8 เป็นเวลา 12 สัปดาห์ วัดความสูงของยอด ทุก ๆ 1 สัปดาห์

การวัดขนาดใบ การศึกษาลักษณะของปากใบ และการนับจำนวนคลอโรพลาสต์ในปากใบ ของเบญจมาศ

ตัดใบของเบญจมาศต้นละ 3 ใบ นำมาวัดพื้นที่ของใบด้วยกระดาษกราฟ แล้วฉีกผิวท้องใบวางลงบนสไลด์หยดน้ำลงไป 1-2 หยดแล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์แล้วนำไปส่องใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาลักษณะของปากใบรูปร่าง และจำนวนคลอโรพลาสต์ ในเซลล์คุม

วิธีวิเคราะห์ผล

การทดลองทั้งหมดใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomize design, CRD) โดยผลการทดลองแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 05.0

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการแช่เมล็ดเบญจมาศในสารโคลชิซินความเข้มข้น 0, 0.025 และ 0.050% เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าความสูงของยอดชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น 24 ชั่วโมง มีความสูงไม่แตกต่างจากชุดการทดลองที่แช่ในสารโคลชิซินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่มีความสูงมากกว่าชุดควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 48 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงใน Table 1 ในขณะที่จำนวนคลอโรพลาสต์ และขนาดของปากใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่โคลชิซินโดยชุดการทดลองที่แช่เมล็ดในสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.025 และ 0.050% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีจำนวนคลอโรพลาสต์ในปากใบ มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ 38.11 และ 38.89 คลอโรพลาสต์ต่อเซลล์ ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ชุดการทดลองที่แช่เมล็ดในสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.025 และ 0.050% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และน้อยที่สุดคือชุดควบคุมที่แช่เมล็ดในน้ำกลั่นเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ดัง Table 1 เช่นเดียวกับความกว้าง และความยาวของปากใบซึ่งพบว่าปากใบของชุดการทดลองที่แช่เมล็ดในสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.050% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และความเข้มข้น 0.025% และ 0.050% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีความกว้าง และยาวของปากใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดัง Table 1 และ Fig 1 รองลงมาคือชุดการทดลองที่แช่เมล็ดในสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.025% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และชุดควบคุมมีขนาดของปากใบเล็กที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะของต้นอ่อนเบญจมาศที่ได้รับโคลชิซินจะมีลักษณะต้นเตี้ย แตกใบเป็นทรงพุ่ง ก้านใบสั้น แผ่นใบหนา รูปร่างใบผิดปรกติ ดัง Fig 2

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของโคลชิซิน และระยะเวลาในการแช่เมล็ดเพิ่มขึ้นจำนวนคลอโรพลาสต์ และขนาดของปากใบก็จะเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งมีรายงานว่าจำนวนคลอโรพลาสต์ในปากใบจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนชุดของโครโมโซม (Mccuition and Elmstrom, 1983) นอกจากนี้ยังมีหลายงานวิจัยที่รายงานว่าพืชเตตระพลอยด์โดยปกติจะมีปากใบใหญ่กว่าดิพลอยด์ (Miguel and Leonhardt, 2011; Oliveira *et al*., 2004)

ดังนั้นจำนวนคลอโรพลาสต์ในปากใบ และขนาดของปากใบจึงสามารถใช้ระบุการเกิดโพลีพลอยด์ในพืชได้เช่นกัน โดยในการทดลองนี้ซึ่งพบว่าทุกชุดการทดลองที่แช่เมล็ดในโคลชิซินมีจำนวนคลอโรพลาสต์มากกว่าชุดควบคุม และปากใบมีขนาดใหญ่ขึ้นจึงเป็นไปได้ว่าจะเกิดโพลีพลอยด์ สอดคล้องการชักนำโพลีพลอยด์ของ *Dendranthema indicum* var. *aromaticum* ซึ่งเป็นพืชในสกุลเดียวกับเบญจมาศ โดยการแช่เมล็ดในโคลชิซินความเข้มข้น 100, 200, 500, 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปทำการเพาะเลี้ยง พบว่าการแช่เมล็ดในโคลชิซินความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถชักนำให้โครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ได้ 14.5% และพบว่าต้นเตตระพลอยด์จะมีปากใบขนาดใหญ่กว่าต้นที่เป็นดิพลอยด์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีใบขนาดใหญ่ และหนากว่า ดอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า (He *et al.*, 2016) สอดคล้องกับอัญญาณี และสมปอง (2553) ซึ่งศึกษาการชักนำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมในหน้าวัวพันธุ์ Micky Mouse โดยการใช้ nodular callus แช่ในโคลชิซินความเข้มข้น 0, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2% เป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า ค่าเฉลี่ยของขนาดปากใบและจำนวนเม็ดคลอโรพลาสต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นและระยะเวลาในการจุ่มแช่โคลชิซินที่สูงขึ้น โดยที่โคลชิซินเข้มข้น 0.2% จุ่มแช่นาน 72 ชั่วโมงมีขนาดและจำนวนเม็ดคลอโรพลาสต์เฉลี่ยสูงสุดคือ กว้าง 1.92 ไมโครเมตร ยาว 1.91 ไมโครเมตร และ 39.06 เม็ดต่อปากใบ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับชุดควบคุม เช่นเดียวกับการนำกล้วยเล็บมือนางในสภาพปลอดเชื้อ มาแช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.5% เป็นเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง แล้วนำมาเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม benzyladenine 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 15% พบว่าเมื่อเพิ่มเวลาในการแช่สารละลายโคลชิซิน ทำให้การเจริญเติบโตและอัตรารอดชีวิตลดลง การแช่สารละลายโคลชิซินเป็นเวลา 4 และ 6 ชั่วโมง ทำให้ได้ต้น VM2 ที่เป็นเตตราพลอยด์ มีลักษณะใบหนาและตั้ง 42.86 เปอร์เซ็นต์ โดยกล้วยเล็บมือนางต้นปกติและต้นเตตระพลอยด์ มีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ย 27.40 และ 41.60 ไมครอน มีจำนวนเม็ดคลอโรพลาสต์ 7 และ 12 และมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 และ 44 ตามลำดับ (วรายุทธ์ และอรดี, 2535)

Table 1 Effects of colchicine on morphology (mean±SD.) of *Chrysanthemum morifolium* tissue cultured.

treatment	Shoot height ±SD (cm)	Chloroplast number in stomata per cell±SD	Width of stomata± SD (μm)	Length of stomata ±SD (μm)
0.000% Colchicine 24 hr	8.14±0.78^{a}	27.22±2.28^{c}	8.94±1.59^{b}	11.12±1.63^{b}
0.025% Colchicine 24 hr	7.63±1.10^{ab}	34.44±3.36^{b}	8.10±1.37^{b}	12.81±1.82^{b}
0.050% Colchicine 24 hr	7.50±0.50^{ab}	34.56±2.30^{b}	9.04±1.20^{a}	13.29±2.24^{a}
0.000% Colchicine 48 hr	6.44±0.90^{b}	32.67±4.21^{c}	8.89±0.96^{b}	11.89±1.90^{b}
0.025% Colchicine 48 hr	7.28±0.58^{ab}	38.11±3.49^{a}	8.72±1.39^{a}	12.58±2.14^{a}
0.050% Colchicine 48 hr	6.69±0.70^{ab}	38.89±2.03^{a}	9.42±1.77^{a}	13.05±2.33^{a}

Value followed by different letter are significantly different according to DMRT at $P<0.05$ level.



Figure 1 Stomata from the plantlet treated with 0.050% colchicine for 48 hr



Figure 2 *Chrysanthemum morifolium* treated with colchicine after cultured for 12 weeks.

สรุป

การแช่เมล็ดเบญจมาศในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติมโคลชิซินความเข้มข้น 0.025 และ 0.050% เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ในสภาพให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าสามารถชักนำให้มีจำนวนคลอโรพลาสต์ในปากใบ มากกว่าชุดควบคุม และมีขนาดของปากใบใหญ่กว่าชุดควบคุม ลักษณะต้นมีการแตกทรงพุ่ง การวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงพันธุ์เบญจมาศต่อไปในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และได้รับทุนสนับสนุนการนำเสนอผลงานจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

วรายุทธ ใจดี และอรดี สหวัชรินทร์. 2535. การชักนำให้กล้วยเล็บมือนางเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยใช้โคลชิซินในสภาพปลอดเชื้อ. **รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30 สาขาพืช**: 175-182.

วิไลลักษณ์ ชินะจิตร และ สุขไผท ศรีเมือง. 2551. ผลของโคลชิซินที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ ploidy ในกล้วยไม้ดินหมูกลิ้ง (*Eulophia andamanensis* Reichb.f.). **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 39(3) (พิเศษ): 275-277.

อรมา คัมภิรานนท์, 2546, **พันธุศาสตร์ของเซลล์**, พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อัญญานี จันทร์ภักดี และสมปอง เตชะโต. 2553. ผลของสารโคลชิซินต่ออัตราการรอดชีวิต ลักษณะทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของหน้าวัวพันธุ์ Micky Mouse. **วารสารเกษตร** 26(1): 15-25.

He, M., Gao, W., Gao, Y., Liu, Y., Yang, X., Jiao, H. and Zhou, Y. 2016. Polyploidy induced by colchicine in *Dendranthema indicum* var. *aromaticum*, a scented chrysanthemum. **European Journal of Horticultural Science** 81(4): 219-226.

Mccuition, F. and Elmstrom, G. W. 1983. Identifying polyploids of various cucurbits by stomata guard cell chloroplast number. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 106: 155-157.

Miguel, T. P. and Leonhardt, K. W. 2011. *In vitro* polyploid induction of orchids using oryzalin. **Scientia Horticulturae** 130: 314–319.

Oliveira, V. M. D., Forni-Martins, E. R., Magalhães, P. M. and Alves, M. N. 2004. Chromosomal and morphological studies of diploid and polyploid cytotypes of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni (Eupatorieae, Asteraceae). **Genetics and Molecular Biology** 27, 215– 222.

ศึกษาชนิดบรรจุภัณฑ์และเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาขมิ้นชันผงเพื่อรักษาสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหย

Study on Packaging and Storage Time to Preserve Curcuminoids and Volatile Oil in Turmeric Powder

จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ[1*] และ จารุวรรณ บางแวก[1]

Jarurat Pumprasert[1*] and Charuwan Bangwaek[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาขมิ้นชันผงเพื่อรักษาสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหย โดยวางแผนการทดลองแบบสปลิทพลอท โดยมีปัจจัยหลัก เป็น ชนิดบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ถุงพลาสติก, ถุงสุญญากาศ และถุงฟอยด์ ปัจจัยรอง คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาโดยเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (28 - 31 องศาเซลเซียส) วิเคราะห์หาปริมาณสารสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหยของตัวอย่างตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา และทุก 2 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กันต่อน้ำมันหอมระเหย แต่ไม่มีผลต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันผง โดยการเก็บรักษาในถุงฟอยด์เป็นระยะเวลา 12 เดือน มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยคงเหลือมากกว่าเก็บรักษาในถุงพลาสติก แต่ชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารแล้วการเก็บรักษาในถุงฟอยด์จะมีปริมาณสารดังกล่าวมากกว่าการเก็บในถุงพลาสติก และถุงสุญญากาศ ดังนั้นการเก็บรักษาขมิ้นชันผงควรเก็บรักษาในถุงฟอยด์เพื่อรักษาสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหย

ABSTRACT

Study of packaging and appropriate storage time to preserve turmeric powder for maintaining curcuminoids and volatile oil. The experiment was conducted in split plot design. Three packages were set as main plot which were plastic bag, vacuum bag and aluminum foil bag. The sub plot of this experiment was the storage period for 12 months at room temperature (28 – 31˚C). Samples at initial and 2 monthly. The result showed that packages and storage time were related to the volatile oil. But it did not affect the amount of curcuminoids in turmeric powder. Amount of volatile oil was higher in foil bag at 12 months storage time. It bag no significant cange of the curcuminoids content egard to type of package with the highest content in foil bag. Therefore, turmeric powder should be kept in foil bags to maintain curcuminoids and volatile oil.

Key Words : turmeric powder, storage time, package, curcuminoids

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

[1]กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1]Post-harvest and Product Processing research and Development Office,Department of Agriculture, Bangkok 10900

คำนำ

เหง้าขมิ้นชัน (Curcuma longa Linn.) มีสารสำคัญในการออกฤทธิ์ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) และกลุ่มสารสีเหลืองส้มที่เรียกว่า เคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) สารทั้ง 2 กลุ่มจะออกฤทธิ์เสริมกันในการรักษาอาการแน่น จุก เสียด สารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ประกอบด้วยสารหลัก 3 ตัว คือ เคอร์คูมิน (curcumin; 75-81%), ดีเมทอกซี่เคอร์คูมิน (demethoxycurcumin; 15-19%) และ บิสดีเมทอกซี่เคอร์คูมิน (bisdemethoxycurcumin; 2.2-6.6%) (Jayaprakasha et al., 2005) ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ที่พบในเหง้าขมิ้นชันแตกต่างกันในแต่ละแหล่งปลูก วัตถุดิบขมิ้นชันที่ดีควรมีเคอร์คูมินอยด์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 และมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2544) มีการศึกษาวิจัยฤทธิ์ของสารเคอร์คูมินอยด์อย่างกว้างขวางในต่างประเทศ พบว่ามีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี นอกจากนี้ในการวิจัยในสัตว์ทดลองพบว่ามีฤทธิ์ต้านการอักเสบ มีฤทธิ์บำรุงและรักษาตับ ช่วยป้องกันมะเร็ง การรักษาผู้ป่วยโรคหัวใจเบาหวาน ข้ออักเสบ ธาลัสซีเมีย ลดระดับคอเลสเตอรอล และป้องกันสมองเสื่อม โดยขมิ้นชันที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 ถึง 24 เดือนหลังปลูก มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหยตามค่ามาตรฐาน คือ สารสำคัญเคอร์คูมินอยด์ไม่ต่ำกว่า 5% และน้ำมันหอมระเหยไม่ต่ำกว่า 6% โดยขมิ้นชันที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 24 เดือนหลังปลูก มีปริมาณสารสำคัญเคอร์คูมินอยด์สูงสุด 15.45% รองลงมาได้แก่ขมิ้นชันที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 14 เดือนหลังปลูก มีปริมาณสารสำคัญเคอร์คูมินอยด์ 12.04% ขมิ้นชันที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 24 เดือนหลังปลูก มีน้ำมันหอมระเหยมากเป็นอันดับสองรองจากขมิ้นชันที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 20 เดือนหลังปลูก โดยมีน้ำมันหอมระเหย 14.38% และ 9.25% ตามลำดับ ส่วนผลผลิตต่อไร่ พบว่าขมิ้นชันที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก จะให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด 6,365.10 กิโลกรัม รองลงมา คือ ขมิ้นชันที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 14 และ 24 เดือนหลังปลูก 4,226.30 และ 3,827.50 กิโลกรัม ตามลำดับ (มณทิรา, 2550) ดังนั้นจึงควรเก็บเกี่ยวขมิ้นชันที่อายุ 12 เดือน และนำหัวขมิ้นต้มในน้ำเดือด 30 นาที หั่นเป็นชิ้นบางๆ นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส วัตถุดิบขมิ้นที่ได้เมื่อนำมาบดเป็นผง คุณภาพในด้านปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ (7%) และปริมาณน้ำมันหอมระเหย (9%) ยังเป็นไปตามมาตรฐานสมุนไพรไทย (กรมวิชาการเกษตร, 2553) สนั่น (2550) ศึกษาความคงตัวของปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหยในขมิ้นชันแบบแว่นและแบบผง ในถุงพลาสติกสีดำ และถุงกระดาษ ที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ไม่ลดลงทั้งในการเก็บแบบแว่นและแบบผงไม่ว่าจะเก็บในถุงพลาสติกสีดำ และถุงกระดาษ และปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่เก็บแบบแว่นลดลงช้ากว่าที่เก็บแบบผง

โดยปัจจุบันขมิ้นชันผงมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น และมีการวางขายตามท้องตลาดในรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลายมากขึ้น แต่ยังไม่พบการศึกษาถึงความคงตัวของสารออกฤทธิ์ในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่มีการวางขายในท้องตลาด

ดังนั้นการทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาขมิ้นชันผงเพื่อรักษาสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหย ที่มีประสิทธิภาพในการรักษาปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหยได้สูงที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วางแผนการทดลองแบบ Split Plot จำนวน 5 ซ้ำ Main plot คือ ชนิดบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ถุงพลาสติก ถุงสุญญากาศ และถุงฟอยด์ Sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุก 2 เดือน จำนวน 5 ซ้ำต่อตัวอย่าง

2. การเตรียมตัวอย่าง นำหัวขมิ้นชันจากแปลงเกษตรกร จากอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี นำไปตากแดดจนได้ความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยสุ่มไปหาความชื้นทุก 2 ชั่วโมง ด้วยวิธี AOAC Official Method 930.04 Moisture in Plants นำขมิ้นแห้งที่ได้ไปบดเป็นผงละเอียด

3. ตรวจปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ ด้วยเครื่อง high performance liquid chromatography (HPLC)

   3.1 สกัดสารด้วยวิธี Maceration extraction โดยชั่งตัวอย่างขมิ้นชันผง 1 กรัม และเติมเมทานอล 99.9 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 1 คืน กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 ปิเปตส่วนใสที่กรองได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผ่าน nylon membrane 0.45 um ใส่ขวดแก้วสีชา

   3.2 ฉีดสารละลายที่ได้ด้วยเครื่อง HPLC Agilent 1260 Infinity Series

   - Column : RP-Amide
   - Mobile phase : Acetonitrile : 5% Acitic acid in Water (50 : 50)
   - Flow rate : 1 ml/min
   - Run time : 20 min
   - Detector : Diode Array Detector(DAD) wavelength 425 nm.
   - Injection : 20 µl

4. การเก็บรักษา นำขมิ้นชันผงจากข้อ 2 บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ถุงพลาสติก, ถุงสุญญากาศ และถุงฟอยด์ ตัวอย่างละ 250 กรัม นำตัวอย่างที่บรรจุแล้วเก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหย ทุก 2 เดือน บรรจุภัณฑ์ละ 5 ซ้ำ

5. ทำการบันทึกข้อมูลปริมาณเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหย วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และสรุปผลการทดลอง

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์

บรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ สอดคล้องกับงานทดลองของ สนั่น และคณะ (2550) ศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ของเหง้าขมิ้นชัน พบว่า บรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ โดยบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ ขมิ้นชันผงที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกรัดยาง ถุงสุญญากาศ และถุงฟอยด์ มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ เฉลี่ย 30.43 31.03 และ 31.23 % ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากสารเคอร์คูมินอยด์มีความคงตัวสูง ทำให้บรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของสารดังกล่าว แต่ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณสาร

เคอร์คูมินอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน ขมิ้นชันผงในทุกภาชนะบรรจุจะมีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์เพิ่มขึ้น แต่หลังจากเก็บรักษาต่อไปเป็นเวลา 12 เดือน ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์มีปริมาณลดลง เนื่องจากเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นสารอาจมีการเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลาที่เก็บรักษา (Table 1)

Table 1 The amount of curcuminoids (%) in turmeric powder by various packages and stored at room temperature for 12 months

Month	Packages			M-MEAN
	Bag	Vacuum	Foil	
0	25.30 c	25.79 c	24.59 c	25.23 c
2	37.96 a	37.30 a	43.15 a	39.47 a
4	25.44 c	30.25 bc	28.68 bc	28.12 c
6	33.29 ab	32.62 abc	30.55 bc	32.15 b
8	32.73 ab	36.27 ab	34.66 b	34.55 b
10	30.40 bc	27.54 c	27.26 c	28.40 c
12	27.87 bc	27.46 c	29.70 bc	28.34 c
T-MEAN	30.43a	31.03a	31.23a	30.90

C.V.(Packages) = 18.3% C.V.(Month) = 15.8% M-MEAN = Month mean T-MEAN = Treatment (Packages) mean

In a column, means followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

ปริมาณน้ำมันหอมระเหย

บรรจุภัณฑ์และเวลาเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่า ขมิ้นชันผงที่เก็บรักษาในถุงสุญญากาศมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด 5.3% รองลงมา คือ ถุงฟอยด์ และถุงพลาสติก 4.5 และ 3.3% ตามลำดับ (Table 2) สอดคล้องกับ พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2549) ทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน พบว่า มีปริมาณน้ำมันหอมระเหย 4.9% และเมื่อเก็บรักษาขมิ้นชันผงเป็นเวลา 4 เดือน พบว่า ถุงพลาสติกเริ่มมีน้ำมันเกาะด้านนอกถุง ในขณะที่บรรจุภัณฑ์อื่นๆ ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 12 เดือน ไม่พบมีน้ำมันเกิดขึ้นด้านนอกถุง (Figure 1) อาจเนื่องมาจากถุงพลาสติกยังคงมีการซึมผ่านของอากาศได้(สถาบันพลาสติก, ม.ป.ป.) ทำให้ผงขมิ้นเกิดความชื้นและเป็นน้ำมันเกิดขึ้นเกาะอยู่รอบถุง เป็นผลให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นชันที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกมีปริมาณน้อยกว่าภาชนะบรรจุอื่นๆ

Table 2 The amount of Volatile oil (%) in turmeric powder by various packages and stored at room temperature for 12 months

Month	Packages		
	Bag	Vacuum	Foil
0	4.5 a B	5.2 b A	5.4 ab A
2	4.2 a C	5.7 ab A	4.9 cd B
4	4.0 a C	5.5 ab A	5.0 bc B
6	4.0 a B	5.8 a A	5.6 a A
8	3.3 b C	5.1 b B	5.6 ab A
10	3.5 b B	5.6 ab A	5.3 abc A
12	3.3 b C	5.3 ab A	4.5 d B

C.V.(Packages) = 10.6% C.V.(Month) = 8.2% M-MEAN = Month mean T-MEAN = Treatment (Packages) mean

In a column, means followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

In a row, means followed by the same capital letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.



Figure 1 Turmeric powder by various packages stored for 12 months at room temperature

สรุป

บรรจุภัณฑ์มีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย แต่ไม่มีผลต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันผง ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย และสารเคอร์คูมินอยด์ โดยการเก็บรักษาขมิ้นชันผงในถุงฟอยด์ที่ระยะเวลา 12 เดือน สามารถคงปริมาณน้ำมันหอมระเหยให้เหลือในปริมาณสูง ทั้งยังมีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในปริมาณที่มากกว่าภาชนะบรรจุอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. **ผลงานแผนงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เล่มที่ 1 ปี 2549 – 2553**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

มณทิรา ภูติวรนาถ. 2550. **วิจัยอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการผลิตวัตถุดิบขมิ้นชัน**. ศูนย์วิจัยพืชสวนแพร่, สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันพลาสติก(ออนไลน์). ม.ป.ป. พลาสติกแสนดีมีอยู่รอบตัว. กลุ่มอุตสาหกรรมพลาสติก. สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. แหล่งที่มา :http://thaiplastics.org/document.php?category=18 วันที่สืบค้น 28 สิงหาคม 2560.

สถาบันวิจัยสมุนไพร. 2544. **มาตรฐานสมุนไพรขมิ้นชัน**. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณะสุข.

สนั่น ศุภธีรสกุล สิริวรรณ หวังวโรม และ ชิดชไม โอวาทพ์ารพร. 2550. **ปริมาณสารออกฤทธิ์ของเหง้าขมิ้นชันและเหง้าขมิ้นอ้อย (ชนิดหัวและชนิดแง่ง) ที่เก็บรักษาในรูปแบบแว่นและแบบผง**. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2550 29(6) : 1527-1536.

Jyaprakasha G.K., Jagan Mohan Rao L. and Sakariah K.K. 2005. **Chemistry and biological activities of C. longa**. Food sc. & tech.

Screening of Endophytic Fungi as Antagonistic Agents Against Rice Disease Pathogens

Nge-Htwe Su-Han[1], Onuma Piasai[1*] and Nattawut Boonyuen[2]

ABSTRACT

Fungal diseases which are occurring in the rice fields are one of the most destructive problems and cause significant yield losses in rice production. Disease control by using fungicides are very harmful to environment and human beings. Nowadays, an effective control measure without damaging the environment and human health is needed for long term agriculture. This study aims to examine the antimicrobial activity of endophytic fungi isolated form rice against rice pathogens *in vitro*. Among 21 rice endophytic fungal species isolated from rice, four fungal species including *Chaetomium cupreum, Nodulisporium*-like sp., *Talaromyces stipitatus* and *Trichoderma asperellum* were used as antimicrobial agents to control three rice pathogenic fungi: *Magnaporthe grisea, Rhizoctonia solani* and *Helminthosporium oryzae*. In dual culture test, *Trichoderma asperellum* had the highest antimicrobial activity against all three test pathogens within 5 days after incubation (DAI). *Nodulisporium*-like sp. and *Talaromyces stipitatus* expressed high inhibitory growth of *Rhizoctonia solani*. In evaluating ethyl acetate crude extracts of four fungal cultures at four different concentrations, *Talaromyces stipitatus* exhibited strong mycelial growth inhibition on *Magnaporthe grisea* at highest concentration (10,000 ppm). It indicated that *Nodulisporium*-like sp., *Talaromyces stipitatus* and *Trichoderma asperellum* could be used as antimicrobial agents to control rice pathogenic fungi: *Magnaporthe grisea* and *Rhizoctonia solani* and further studies are needed to identify new potential sources which can be utilized as bio-fungicides in the field conditions.

Keywords: endophytic fungi, rice, antagonist, mycelial growth inhibition

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

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

[2] BIOTEC, National Science and Technology Development Agency (NSTDA), 113 Thailand Science Park, Phahonyothin Road, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

INTRODUCTION

Diseases of rice are controlled by using various kinds of chemical pesticides which are not only effective but also hazardous to natural environment (Gavrilescu, 2005). The effective way to control pests and diseases without harming the human health and without damaging the environment is needed for sustainable agriculture. Nowadays, biological control by the use of fungal endophytes is increasing interests and is one of the best strategies for disease management to substitute the chemical pesticides. Endophytic fungi are microorganisms that live inside plant tissues without causing any deleterious symptoms (Cao *et al*., 2016). They spend the whole or parts of their life cycle colonizing inter- and/or intracellular spaces of healthy plant tissues (Rodriguez *et al*., 2008). In addition, fungal endophytes play a major role in plant growth-promoting activities, such as nitrogen fixation and the production of plant growth regulators (Zheng *et al*., 2017). These fungi also produce antibiotic and antifungal substances that protect against insects, nematodes and plant diseases (Amin, 2016). The aims of this study were to investigate and evaluate the antagonistic activities of selected rice endophytic fungi against rice disease pathogens *in vitro.*

MATERIALS AND METHODS

1. Sample collection

Eight selected sites of rice field were surveyed on October, 2016 and January, 2017 including 4 sites in the Si Prachan and Sam Chuk districts, Suphanburi. Samples of Pathumthani 1 and Rice Department 47 rice cultivars were randomly collected and transported to the laboratory.

2. Isolation and purification of endophytic fungi

Three hundred and twenty segments (1x1cm^2) from healthy leaves and 320 segments from healthy roots of two rice cultivars collected from 8 sites were used to isolate endophytic fungi. Each segment was washed with 70% ethanol (w/v) for 2 min, followed by sodium hypochlorite solution for 5 min, 70% ethanol for 30 s and finally two rinses in sterile distilled water. Sterilized leaf and root segments were placed in 9 cm petri dishes containing potato dextrose agar (PDA). Petri dishes were incubated at 28ºC for 1–2 weeks (Naik *et al*., 2009). Fungi growing from the plant tissues were transferred to fresh PDA medium for further study.

3. Identification of endophytic fungal species

Fungal identification were based on the morphology of the fungal culture and the characteristics of spores as well as molecular analysis. Total genomic DNA was extracted directly from mycelium using a CTAB method modified and previously described by Boonyuen *et al.* (2011). The genomic DNA was amplified by using polymerase chain reaction (PCR) in a 50 μL reaction

mixture. Two regions of rDNA sequences including the internal transcribed spacer (ITS) and large subunit (LSU) were amplified using primer pair ITS5 and ITS4 (White *et al*., 1990), and LROR and LR7 (Vilgalys and Hester, 1990), respectively.

4. Endophytic fungi screening

4.1 Antifungal activity by dual culture technique

Three species of rice pathogenic fungi including *Bipolaris oryzae* (KUFCP101), *Magnaporthe grisea* (KUFCP102) and *Rhizoctonia solani* (KUFCP103) were isolated previously from rice disease samples using tissue transplanting method. Dual culture technique was adopted on PDA plates for antagonistic test against three pathogens. Five day old mycelial disks (5 mm diameter) of test pathogens were placed on one corner of petri plates containing PDA medium. Each treatment was done with three replications. Plates were incubated at 28ºC for 5 days and percentages of inhibitions were calculated according to the formula: D1–D2 / D1 x 100, D1 indicated colony diameter of plant pathogenic fungi (mm) in the control and D2 colony diameter of plant pathogenic fungi (mm) in the dual culture test (Rabha *et al*., 2014).

4.2 Determination of mycelial inhibition by poisoned food technique

After screening endophytic fungi by dual culture technique, selected fungal species were used to prepare the crude extract. The endophytic species were cultured at 28˚C on autoclaved rice in 1,000 mL flasks (200 g of rice in 200 ml of water). After 30 days incubation, 800 mL of ethyl acetate was added to the culture and all flasks were kept for 14 days. The organic phase was evaporated to dryness under reduced pressure with a rotary evaporator. A dark brown viscous mass of crude ethyl acetate extract was collected and kept at 28ºC until used (Kokaew *et al*., 2011).

Dilution plate method was applied for the evaluation of the anti-mycelial growth of plant pathogenic fungi. Each 1 g of crude extract was dissolved in 10 ml of ethanol to prepare a stock solution of 100,000 ppm, which was serially diluted to prepare four different concentrations (10000, 1000, 100 and 10 ppm). Then, 1 ml from each solution was added into 9 ml of warm PDA, mixed and poured into the middle of Petri dishes. After getting cold, the plates were inoculated with young mycelia of the plant pathogenic fungi, and incubated at 25 ºC for 7–14 days. The PDA petri dishes with ethanol and with sterilized water were used as positive and negative controls. Each treatment was performed with three replications. The inhibition rates were calculated as the same procedure of dual culture technique.

RESULTS AND DISCUSSION

1. Endophytic fungi from rice

A total of 242 sporulating rice endophytic fungi including 21 species belonging to 17 genera and 10 families were isolated from rice in this study. Twenty-four isolates of four antagonistic fungal species including *Chaetomium cupreum*, *Nodulisporium*-like sp., *Talaromyces stipitatus* and *Trichoderma asperellum*, which have high potential to control rice disease pathogens according to the many papers and reviews (Cao *et al*., 2016; Samuels and Hebbar, 2015) were selected for antifungal activity against three rice pathogenic fungi (Figure 1, Table 1).

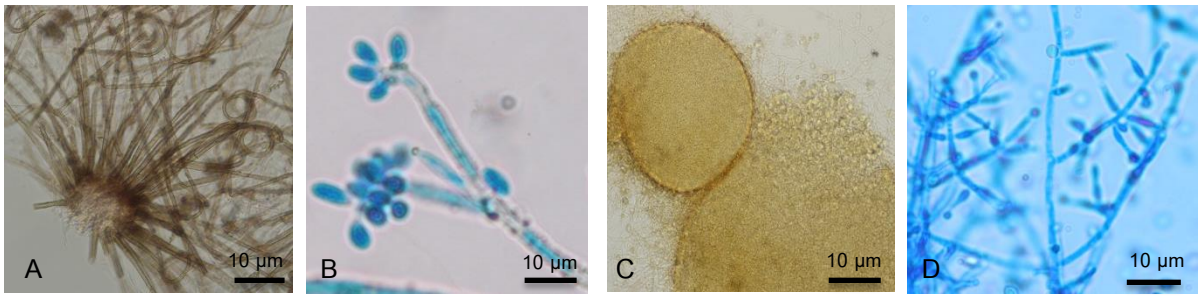


Figure 1 Morphological characteristics of four endophytic fungal species: perithecia with sterile hairs of *Chaetomium cupreum* (A), conidia and conidiophores of *Nodulisporium*-like sp. (B), cleistothecia with asci and ascospores of *Talaromyces stipitatus* (C), conidia and conidiophores of *Trichoderma asperellum*(D).

2. Activities of endophytic fungi as antagonistic agents

The results indicated that *Trichoderma asperellum* (ERR11-12) showed completely inhibited the mycelial growth of 3 test pathogens (Table 1) within 5 days after incubation. The mycelium growth of *T. asperellum* is very quick and within 5 days, it completely covered the whole plates (Table 1). The study of Samuels and Hebbar (2015) revealed that *Trichoderma* spp. as biological control agent due to its unique characteristics, such as competition, mycoparasitism, antibiotics and inducing resistance of the plant. Three isolates of *Talaromyces stipitatus* (ERR10-7, ERR11-5 and ERR12-4) showed 98–100% of inhibitory growth against *R. solani*, whereas they cannot express high inhibitory growth on other two pathogens, *M. grisea* and *B. oryzae* (Table 1). *Talaromyces* as endophytes are prolific producers of diverse bioactive secondary metabolites, such as cytotoxic norsesquiterpene peroxides and coumarins (Zhai *et al*., 2016). Runlin *et al.* (2017) reported that endophytic fungus, *T. stipitatus* SK-4 which were isolated from the leaves of a mangrove plant *Acanthus ilicifolius* and its crude extract exhibited significant antibacterial activity against *Bacillus subtilis*. Although two isolates of *Chaetomium cupreum* (ERL13-9 and ERL9-9) cannot show high inhibitory growth on all test pathogens, they produced antibiotic compounds to protect the pathogens growth. They showed 39–63% antagonism on the test pathogens by forming clear inhibition zones. Three isolates of *Nodulisporium*-like sp. (ERL13-6, ERL16-1, ERL16-13) revealed strong antagonistic activities on *M. grisea* and *R. solani* whereas they cannot show high inhibition on *B. oryzae*. Two isolates (ERL13-6

and ERL16-13) showed 99% inhibition on *R. solani* whereas all three isolates revealed 62–77% on *M. grisea*. (Table 1). Cao *et al.* (2016) reported that *Nodulisporium* sp. can produce a metabolite, sporothriolide, as the antifungal activity against *R. solani* and *Sclerotia sclerotiorum* and it inhibited spore germination of *Magnaporthe oryzae in vitro* and *in vivo*.

Table 1 Percent inhibition of 24 endophytic fungi against three rice pathogens in dual culture test on PDA at 14 days after incubation.

Endophytic fungi	Code	Percent growth inhibition *(%)*		
		B. oryzae	*M. grisea*	*R. solani*
Chaetomium cupreum	ERL9-9	39.25±0.18c[2/]	57.05±0.33a[2/]	49.90±0.34b[2/]
	ERL13-9[3/]	39.07±0.74c[2/]	63.71±1.08a[2/]	50.48±0.52b[2/]
Nodulisporium-like sp.	ERL16-1	42.07±1.53ab[1/]	77.25±0.51a[1/]	19.34±0.16h
	ERL13-6[3/]	47.35±3.45a[1/]	69.60±2.30b[1/]	99.40±0.23a[1/]
	ERL4-6	42.07±4.49ab[1/]	66.66±1.56bc[1/]	0.00±0.00
	ERL16-13	37.19±1.22ab[1/]	62.35±1.70cd[1/]	99.03±0.17a[1/]
	ERL4-3	39.83±2.64ab[1/]	60.59±0.00cd[1/]	90.29±0.47c[1/]
	ERL13-2	32.49±3.33bc[1/]	55.68±0.78de[1/]	47.66±0.44d
	ERL4-4	38.20±3.32ab[1/]	55.29±0.00de[1/]	26.95±0.43f
	ERL13-4	33.90±1.24bc[1/]	55.29±0.68de[1/]	95.18±0.30b[1/]
	ERL4-1	32.71±1.01bc[1/]	54.11±3.27ef[1/]	24.92±0.08g
	ERL11-2	29.46±1.01c[1/]	53.33±0.39fg[1/]	89.87±0.11c[1/]
	ERL16-2	30.88±0.81bc[1/]	51.37±1.09fg[1/]	30.58±0.43e
	ERL2-1	29.35±0.85c[1/]	50.19±0.39fg[1/]	29.46±0.01e
	ERL11-1	30.48±0.61bc[1/]	47.05±0.00g[1/]	19.35±0.21h
Talaromyces stipitatus	ERR10-7	26.85±0.89a[1/]	49.41±0.19bc[1/]	100.00±0.00a[1/]
	ERR11-5	30.07±1.58a[2/]	51.95±1.53ab[1/]	98.06±0.35a[1/]
	ERR12-4[3/]	29.47±0.34a[1/]	50.39±0.19bc[1/]	100.00±0.00a[1/]
	ERR10-5	28.44±1.05a[1/]	52.15±1.41ab[1/]	94.26±0.36b[1/]
	ERR8-8	28.44±0.01a[2/]	37.44±0.19e[2/]	100.00±0.00a[1/]
	ERR15-1	27.63±1.68a[1/]	46.66±1.17b[2/]	94.11±0.23b[1/]
	ERR10-8	27.02±0.53a[2/]	49.01±1.41bc[1/]	94.15±0.30b[1/]
	ERL6-5	23.20±5.07a	60.97±1.17a[1/]	90.97±1.17c[1/]
Trichoderma asperellum	ERR 11-12[3/]	100.00±0.00a[1/]	100.00±0.00a[1/]	100.00±0.00a[1/]

The same letters in each column mean not statistically different (Tukey test, ∞=0.05).

Numbered followed by the ± is standard deviation (SD).

[1/] Overgrwoth mechanism over plant pathogenic fungi.

[2/] Inhibition of plant pathogenic fungi by forming clear zone.

[3/] Means selected endophytic fungi for poison food technique

ERL = Endophytic fungi from rice leaf, ERR = Endophytic fungi from rice root

After screening endophytic fungi by dual culture test, one isolate of each fungal species which expressed high antagonistic activity on three rice disease pathogens including *C. cupreum* (ERL13-9), *Nodulisporium*-like sp. (ER13-6), *T. stipitatus* (ERR12-4) and *T. asperellum* (ERR11-12) were selected and applied for evaluate the activity using poison food technique (Table 2).

Table 2 *In vitro* inhibitory effect of four endophytic fungal crude extracts on the mycelial growth of three rice pathogenic fungi.

Endophytic fungi	Rice pathogens	Concentrations (ppm)			
		10,000	1,000	100	10
Chaetomium cupreum ERL 13-9	*M. grisea*	54.36c	47.11c	36.56b	35.43c
	B. oryzae	39.00e	26.34d	8.50d	2.60c
	R. solani	0.00h	0.00g	0.00g	0.00d
Nodulisporium-like sp. ERL 13-6	*M. grisea*	67.93b	49.05a	44.93a	37.78ab
	B. oryzae	20.00f	14.60e	2.4f	2.36d
	R. solani	0.00h	0.00g	0.00g	0.00d
Talaromyces stipitatus ERR 12-4	*M. grisea*	73.12a	45.29c	38.39b	37.54ab
	B. oryzae	51.36d	26.57d	5.14e	2.43c
	R. solani	20.24f	0.00g	0.00d	0.00g
Trichoderma asperellum ERR 11-12	*M. grisea*	68.95b	45.29c	38.52b	39.02a
	B. oryzae	14.06g	8.33f	8.16d	2.63c
	R. solani	0.00h	0.00g	0.00g	0.00d

Means followed by the same letter do not significantly different at $p<0.05$, when analyzed using Tukey test of one-way analysis of variance.

All species showed strong antimicrobial activity at 10,000 ppm on *M. grisea* revealing 54% to 73% inhibition. They cannot express high antagonistic activity on *B. oryzae* even on 10,000 ppm. The crude extracts of all four endophytic fungal species cannot show high antimicrobial activities against *R. solani* at all concentrations. The crude extract at 10,000 ppm, *C. cupreum* revealed 54.36% antifungal activity against *M. grisea*, while in *B. oryzae*, it showed 39% inhibitory rate. The extract of *Nodulisporium*-like sp. showed 67.93% inhibition in *M. grisea* and 20.00% in *B. oryzae*. The extract of *T. stipitatus* exhibited 73.12% inhibition of the mycelium growth in *M. grisea* and 51.36% in *B. oryzae*. Interestingly, this species even showed 20.24% antimicrobial activity on *R. solani*. The crude extract of *T. asperellum* exhibited 68.95% antifungal activity in *M. grisea*, whereas it showed 14.06%

inhibition in *B. oryzae*. Among four crude extracts at 10,000 ppm, *T. stipitatus* crude extract can reveal strong inhibitory growth on all three rice disease pathogens, expressing 73.12%, 51.36% and 20.24% on *M. grisea, B. oryzae* and *R. solani*, respectively (Table 2 and Figure 2).

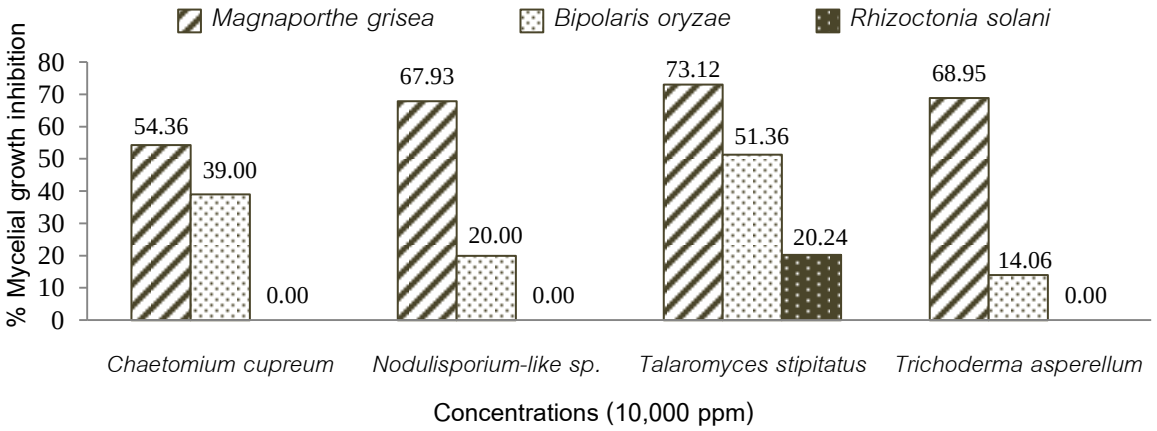


Figure 2 *In vitro* inhibitory effect of four fungal crude extract at 10,000 ppm concentrations on three rice pathogenic fungi.

CONCLUSION

In conclusion, antimicrobial activity of endophytic fungi in dual culture test, *Trichoderma asperellum* can express high inhibition on all three test pathogens and *Nodulisporium*-like sp. and *Talaromyces stipitatus* have high antagonistic activities against two rice disease pathogens, *Magnaporthe grisea* and *Rhizoctonia solani*. In poison food technique, *Nodulisporium*-like sp., *Talaromyces stipitatus* and *Trichoderma asperellum* can reveal high inhibitions on *Magnaporthe grisea* at 10,000 ppm concentrations. The inhibition rates differed significantly depending on the types of endophytes. The present study is the preliminary study for rice disease controls and further study on chemical composition and secondary metabolites of these effective endophytic fungi isolated from rice are needed.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research reported in this study was supported by the SEARCA (Southeast Asia Regional Centre for Graduate Study and Research in Agriculture) scholarship organization.

REFERENCES

Amin, N. 2016. Endophytic fungi to control of cocoa pod borer (*Conopomorpha cramerella*) on cocoa plantation. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences** 7(6): 1496–1501.

Boonyuen, N., C. Chuaseeharonnachai, S. Suetrong, V. Sriindrasutdhi, S. Sivichai, E.B.G. Jones and K.L. Pang, 2011. Savoryellales (Hypocreomycetidae, Sordariomycetes): a novel lineage of

aquatic ascomycetes inferred from multiple-gene phylogenies of the genera *Ascotaiwania*, *Ascothailandia*, and *Savoryella*. **Mycologia** 103: 1351–1371.

Cao, L.L., Y.Y. Zhang, Y.J. Liu, T.T. Yang, J.L. Zhang, Z.G. Zhang, L. Shen, J.Y. Liu and Y.H. Ye. 2016. Anti-phytopathogenic activity of sporothriolide, a metabolite from endophyte *Nodulisporium* sp. A21 in *Ginkgo biloba*. **Pesticide Biochemistry and Physiology** 129: 7–13.

Gavrilescu, M. 2005. Fate of pesticides in the environment and its bioremediation. **Engineering in Life Sciences** 5(6): 497–526.

Kokaew, J. 2011. **Diversity and Bioactivities of Endophytic Fungi from Thai Forests**. Ph.D. Thesis, Kasetsart University.

Naik, B.S., J. Shashikala and Y.L. Krishnamurthy. 2009. Study on the diversity of endophytic communities from rice (*Oryza sativa* L.) and their antagonistic activities *in vitro*. **Microbiological Research** 164(3): 290–296.

Rabha, A.J., A. Naglot, H.K. Sharma, H.K. Gogoi and V. Veer. 2014. In vitro evaluation of antagonism of endophytic *Colletotrichum gloeosporioides* against potent fungal pathogens of *Camellia sinensis*. **Indian Journal of Microbiology** 54: 302–309.

Rodriguez, R.J., J. Henson, E. Van-Volkenburgh, M. Hoy, L. Wright, F.Beckwith, Y.O. Kim and R.S. Redman. 2008. Stress tolerance in plants via habitat-adapted symbiosis. **The International Society for Microbial Ecology Journal** 2(4): 404–416.

Runlin, C., S. Chen, Y. Long, C. Li, X. Huang and Z. She. 2017. Depsidones from *Talaromyces stipitatus* SK-4, an endophytic fungus of the mangrove plant *Acanthus ilicifolius*. **Phytochemistry Letters** 20: 196–199.

Samuels, G.J. and P.K. Hebbar. 2015. ***Trichoderma*: Identification and Agricultural Applications**. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, U.S.A.

Vilgalys, R. and M. Hester. 1990. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. **Journal of Bacteriology** 172: 4238–4246.

White, T.J., T.D. Burns, S. Lee and J.W. Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. pp. 315–322. *In* **"PCR Protocols. A Guide to Methods and Applications"**. M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky and T.J. White (eds.): San Diego, California.

Zhai, M.M., J. Li, C.X. Jiang, Y.P. Shi, D.L. Di, P. Crews and Q.X. Wu. 2016. The bioactive secondary metabolites from *Talaromyces* species. **Natural Product of Bioprospect** 6: 1–24.

Zheng, Y.K., C.P. Miao, H.H. Chen, F.F. Huang, Y.M. Xia, Y.W. Chen and L.X. Zhao. 2017. Endophytic fungi harbored in *Panax notoginseng*: diversity and potential as biological control agents against host plant pathogens of root-rot disease. **Journal of Ginseng Research** 41(3): 353–360.

เปรียบเทียบสัณฐานวิทยาเรณูพืชพื้นล่างและพืชน้ำ 10 ชนิด

Comparative Pollen Morphology of the 10 Species of Aquatic and Ground Flora

ศุภกร ไทยมา และ **เบญจวรรณ ชิวปรีชา**[1*]

Supakorn Thaima and **Benchawon Chiwapreecha**[1*]

บทคัดย่อ

นำพืชพื้นล่าง 10 ชนิด ในพื้นที่ปกปักทางพันธุกรรมพืชเขื่อนวชิราลงกรณ จังหวัดกาญจนบุรี มาเพาะเลี้ยงไว้ในเรือนเพาะชำ เพื่อเก็บรวบรวมเกสรเพศผู้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาเรณู โดยแยกเรณูพืชผ่านกรรมวิธี acetolysis ศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด พบว่าเรณูพืชทั้ง 10 ชนิด เป็นเรณูเดี่ยว (monad) แบ่งตามลักษณะช่องเปิดเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มแรกเป็นเรณูที่มีช่องเปิด พบ 3 แบบ ประกอบด้วย แบบ monocolpate ได้แก่ พร้าวนกคุ่ม [*Molineria latifolia* (Dryand. ex W.T. Aiton) Herb. ex Kurz] ผักตบไทย [*Monochoria hastata* (L.) Solms var. *hastata*] และผักตบชวา [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms] แบบ pantocolpate ได้แก่ ระย่อม [*Rauvolfia serpentine* (L.) Benth. ex Kurz] แบบ tricolporate ได้แก่ ส้มกุ้ง [*Ampelocissus martinii* Planch.] กลุ่มที่ 2 เป็นเรณูไม่มีช่องเปิด ได้แก่ กระทือลิง [*Boesenbergia parvula* (Wall. ex Baker) Kuntze] กระเจียวส้ม (*Curcuma roscoeana* Wall.) หงษ์เหิน (*Globba albiflora* Ridl.) เปราะ (*Kaempferia* sp.) และสันตะวาใบพาย [*Ottelia alismoides* (L.) Pers.] กลุ่มเรณูไม่มีช่องเปิดของพืชทั้ง 5 ชนิด มีความแตกต่างกันที่ลวดลายบนผนังด้านนอกของเรณู งานวิจัยนี้รายงานลักษณะเรณูของส้มกุ้ง และพร้าวนกคุ่มเป็นครั้งแรก

ABSTRACT

Living specimens of 10 species of aquatic and ground flora in Plant Genetic Protection Area of RSPG, Vajiralongkorn Dam were grow for collecting stamens. The aim of research this was to studied pollen morphology. The pollen had been processed by acetolysis method and were examined under light and scanning electron microscopy. Pollen grains of all 10 species are found to be monad with two groups of aperture system. The first group is aperturate with three types of aperture character. Pollen grains of *Molineria latifolia* (Dryand. ex W.T. Aiton) Herb. ex Kurz, *Monochoria hastata* (L.) Solms var. *hastata* and *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms are monocolpate, of *Rauvolfia serpentine* (L.) Benth. ex Kurz was pantocolpate and *Ampelocissus martinii* Planch. was tricolporate. The second group is inaperturate included, *Boesenbergia parvula* (Wall. ex Baker) Kuntzwe, *Curcuma roscoeana* Wall., *Globba albiflora* Ridl., *Kaempferia* sp. and *Ottelia alismoides* (L.) Pers. However, exine ornamention are different among 5 species of the inaperturate group. The pollen of *A. martinii* and *M. latifolia* were reported for the first time.

Key Words: pollen morphology, aquatic plant, ground flora, Vajiralongkorn Dam

*Corresponding author; e-mail address: **benchawon@buu.ac.th**

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi 20131

คำนำ

เรณู (pollen) คือแกมีโทไฟต์เพศผู้ของพืชดอก เป็นตัวการสำคัญในการส่งผ่านสารพันธุกรรม ทำให้เกิดความหลากหลายในระดับพันธุกรรมพืช การศึกษาด้านเรณูพืชมีความสำคัญเชื่อมโยงไปยังศาสตร์แขนงต่างๆ ได้หลายสาขา เช่น ชีววิทยาของพืช การปรับปรุงพันธุ์พืช การศึกษาวิวัฒนาการพืช ด้านการแพทย์ ธรณีวิทยา ตลอดจนด้านนิติวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการวิเคราะห์หาพืชอาหารผึ้งและชันโรงจากก้อนเรณู

ที่ทำการเขื่อนวชิราลงกรณ สังกัดการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตั้งอยู่ในพื้นที่ ตำบลท่าขนุน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี มีนโยบายจัดทำพื้นที่ปกปักทางพันธุกรรมพืชสนองพระราชดำริในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ดังนั้นพื้นที่ในโครงการอนุรักษ์ฯ จึงไม่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ สภาพนิเวศเดิมของพื้นที่เป็นป่าเบญจพรรณผสมป่าไผ่ มีลำธารขนาดเล็กไหลผ่าน 2 สาย ทำให้พบพืชพื้นล่าง และพืชน้ำหลายชนิดรวมทั้งพืชในวงศ์ขิง เจริญเป็นกลุ่มกระจายไปตามริมลำธาร พืชพื้นล่างมีความสำคัญต่อนิเวศเพราะเป็นพืชคลุมดิน ช่วยกักเก็บน้ำรักษาความชุ่มชื้นแก่หน้าดิน สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของพื้นที่อยู่ในเขตร้อนที่ได้รับอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงใต้ และลมจากทะเลอันดามัน แบ่งเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ฝนตกชุกระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงสิงหาคม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,600 – 2,200 มิลลิเมตร (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2561) ในการสำรวจและเก็บตัวอย่างพืชพบว่าบ่อยครั้งที่ไม่ตรงกับฤดูการออกดอกของพืชหลายชนิด ส่งผลให้การระบุชนิดพืชทำได้ยากเนื่องจากข้อมูลไม่ครบถ้วน คณะวิจัยจึงเก็บรวบรวมพืชดังกล่าวมาเพาะเลี้ยงไว้ในเรือนเพาะชำของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อรอให้พืชออกดอก พืชส่วนใหญ่ออกดอกเพียงฤดูเดียวคือฤดูฝน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน จึงสามารถใช้ลักษณะของดอกในการระบุชนิดพืชได้ พืชที่นำมาเพาะเลี้ยงทั้ง 10 ชนิด หลายชนิดพบว่ามีประโยชน์ด้านต่าง ๆ อาทิ เช่น ไม้ดอกสวยงาม ได้แก่ กระเจียวส้ม และหงส์เหิน ส่วนสันตะวาใบพายมีรายงานว่าเป็นพืชอาหารประเภทผักจิ้ม รวมทั้งใช้เป็นไม้ประดับตู้ปลา และช่วยดักตะกอนในแหล่งน้ำทำให้น้ำใสขึ้น (Haynes, 2001) ในขณะที่พร้าวนกคุ่มมีรายงานการใช้ส่วนของหัวเป็นสมุนไพรแก้มดลูกอักเสบ (ณุฉัตรา และคณะ, 2558) สำหรับระย่อมมีรายงานถึงสรรพคุณสมุนไพรของรากซึ่งชาวเขาและชาวบ้านพื้นล่างใช้ต้มน้ำดื่มแก้ไข้ แก้บิด ช่วยให้เจริญอาหารและระงับประสาท (สุธรรม, 2552)

งานวิจัยนี้เป็นส่วนที่ต่อเนื่องมาจากงานสนองพระราชดำริในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาเรณูพืชพื้นล่างและพืชน้ำ จากพื้นที่ปกปักทางพันธุกรรมพืชเขื่อนวชิราลงกรณ ที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ทำการเพาะเลี้ยงไว้จนออกดอก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนของพืช ผลการศึกษาเรณูพืชดังกล่าว สามารถใช้เป็นแนวทางในการเพาะขยายพันธุ์ และเป็นข้อมูลให้แก่ผู้สนใจนำไปต่อยอดในศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่างพืชดอกที่เจริญตามพื้นป่า และพืชน้ำ ในพื้นที่เขื่อนวชิราลงกรณ และพื้นที่ใกล้เคียง อ.ทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างปี 2556-2558 จำนวน 10 ชนิด ประกอบด้วย กระเจียวส้ม กระทือลิงเปราะ ผักตบชวา ผักตบไทย พร้าวนกคุ่ม ระย่อม สันตะวาใบพาย ส้มกุ้ง และหงส์เหิน นำพืชที่ได้มาเพาะเลี้ยงไว้ในเรือนเพาะชำเพื่อรอให้ถึงระยะที่พืชมีดอก ตัวอย่างพืชในธรรมชาติและตัวอย่างที่นำมาเพาะเลี้ยง นำมาจัดทำ

ตัวอย่างพรรณไม้แห้งเพื่อการอ้างอิง (voucher specimen) เก็บไว้ที่ห้องปฏิบัติการสัณฐานวิทยาและกายวิภาคพืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ระบุชนิดพืชตามเอกสารของสุชาดา (2542); กมล ทิพย์ (2548): ณุฉัตรา และคณะ (2558); Larsen and Larsen (2006) และเทียบเคียงตัวอย่างพืชในหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ชื่อวิทยาศาสตร์พืชอ้างอิงตามส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้ (2557)

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาเรณูพืช

เลือกดอกไม้ที่เริ่มบานนำมาแยกเรณูพืชผ่านกรรมวิธี acetolysis ดัดแปลงจาก Erdtman (1972) โดยต้มเรณูด้วย KOH เข้มข้น 10% ล้างด้วยน้ำ กำจัดน้ำด้วย glacial acetic acid ก่อนนำไปอุ่นในสารละลาย acetolysis mixture ซึ่งมีส่วนผสมของ glacial acetic acid 9 ส่วน กับ conc sulphuric acid 1 ส่วน ล้างด้วยน้ำ แล้วดึงน้ำออกด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นต่างๆ (30%, 50%, 70%, 95%, และ 100 %) แบ่งตัวอย่างเป็น 2 ชุด ชุดแรกติดลงบน stub นำไปเคลือบด้วยอนุภาคทอง ศึกษาลักษณะละเอียดผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) JEOL รุ่น JSM-35CF, USA. ตัวอย่างที่เหลือเติม benzene ผสม silicone oil ความหนืด 2,000 เซนติสโตกค์ เข้าตู้อบอุณหภูมิ 50^{0}C ทิ้งไว้ข้ามคืน เพื่อให้ benzene ระเหย นำตัวอย่างวางบนกระจกสไลด์ผนึกด้วยพาราฟินหลอม แล้วนำไปศึกษาขนาดและลักษณะของเรณู ชนิดพืชละ 20 ตัวอย่าง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope (Olympus รุ่น BX 40) บันทึกภาพและวัดขนาดด้วยชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพดิจิตอล Olympus รุ่น Zeiss Axio Cam MRc บรรยายลักษณะเรณูของพืชแต่ละชนิด ได้แก่ ขนาด รูปทรง ช่องเปิด (รูปแบบและจำนวน) และลวดลายบนผนังชั้นนอกของเรณู ตามวิธีการของ ประนอม และพันธ์ทิวา (2555) และ Erdtman (1972)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเรณูพืชพื้นล่าง 10 ชนิด ประกอบด้วยพืชวงศ์ Apocynaceae 1 ชนิด ได้แก่ ระย่อม [*Rauvolfia serpentine* (L.) Benth. ex Kurz] วงศ์ Hypoxidaceae 1 ชนิด ได้แก่ พร้าวนกคุ่ม [*Molineria latifolia* (Dryand. ex W.T. Aiton) Herb. ex Kurz] วงศ์ Hydrocharitaceae 1 ชนิด ได้แก่ สันตะวาใบพาย [*Ottelia alismoides* (L.) Pers.] วงศ์ Pontederaceae 2 ชนิด ได้แก่ ผักตบไทย [*Monochoria hastata* (L.) Solms var. *hastata*] และผักตบชวา [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms] วงศ์ Vitaceae 1 ชนิด ได้แก่ ส้มกุ้ง *Ampelocissus martinii* Planch. วงศ์ Zingiberaceae 4 ชนิด ได้แก่ กระทือลิง [*Boesenbergia parvula* (Wall. ex Baker) Kuntze] กระเจียวส้ม (*Curcuma roscoeana* Wall.) หงษ์เหิน (*Globba albiflora* Ridl.) และเปราะ (*Kaempferia* sp.) พบว่าเรณูพืชทั้ง 10 ชนิด เป็นเรณูเดี่ยว (monad) แบ่งตามลักษณะช่องเปิดเป็น 2 กลุ่มใหญ่ (Table 1, Figure 1, Figure 2) คือเรณูที่มีช่องเปิด โดยแยกตามจำนวนช่องเปิดออกเป็น 3 แบบ แบบ monocolpate ได้แก่ พร้าวนกคุ่ม ผักตบไทย และผักตบชวา แบบ pantocolpate ได้แก่ ระย่อม แบบ tricolporate ได้แก่ ส้มกุ้ง และเรณูไม่มีช่องเปิด 5 ชนิด ได้แก่ กระทือลิง กระเจียวส้ม หงษ์เหิน เปราะ และสันตะวาใบพาย โดยมีรายงานว่าเรณูพืชในวงศ์ Zingiberaceae สกุล *Boesenbergia, Curcuma, Kaempferia* จัดอยู่ในกลุ่มเรณูที่ไม่มีช่องเปิด (Yuan-Hui, 1988; Saensouk *et al.* 2015) อย่างไรก็ตามจากรายงานของ Chen and Xia (2011) กล่าวถึงลวดลายบนผนังเรณูของพืชในวงศ์ Zingiberaceae มีความ

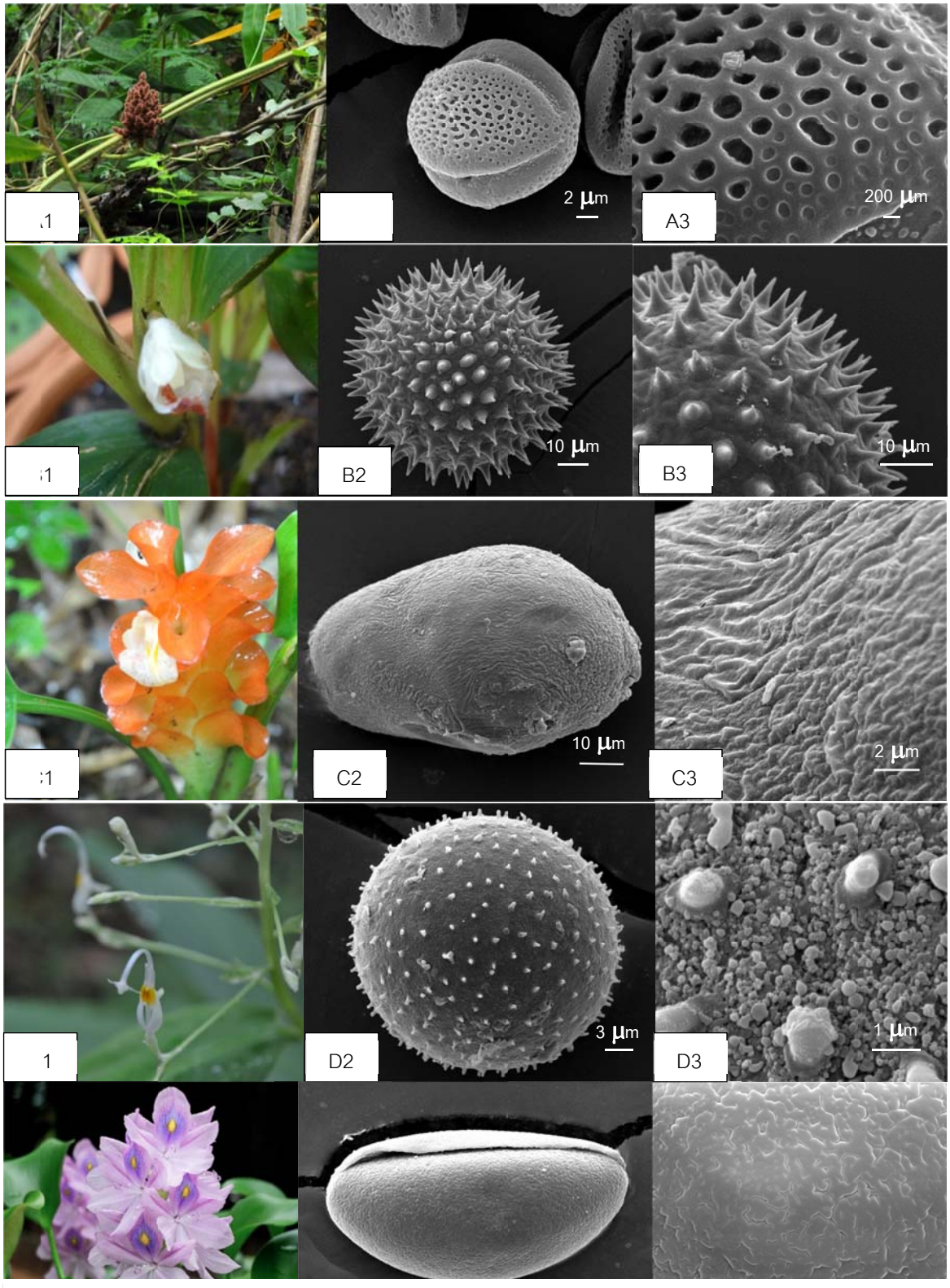
แตกต่างในระดับสกุล เรณูพืชสกุล *Curcuma* มีลวดลายแบบ psilate ในขณะที่เรณูพืชสกุล *Boesenbergia* มีลวดลายแบบ echinate หรือ spine ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่พบว่าเรณูพืชทั้ง 2 สกุล มีความแตกต่างของลวดลายบนผนังชั้นนอกอย่างชัดเจน และจากการศึกษาเรณูของสันตะวาใบพายซึ่งอยู่ในกลุ่มเรณูที่ไม่มีช่องเปิด สอดคล้องกับรายงานของ Takahashi (1994)

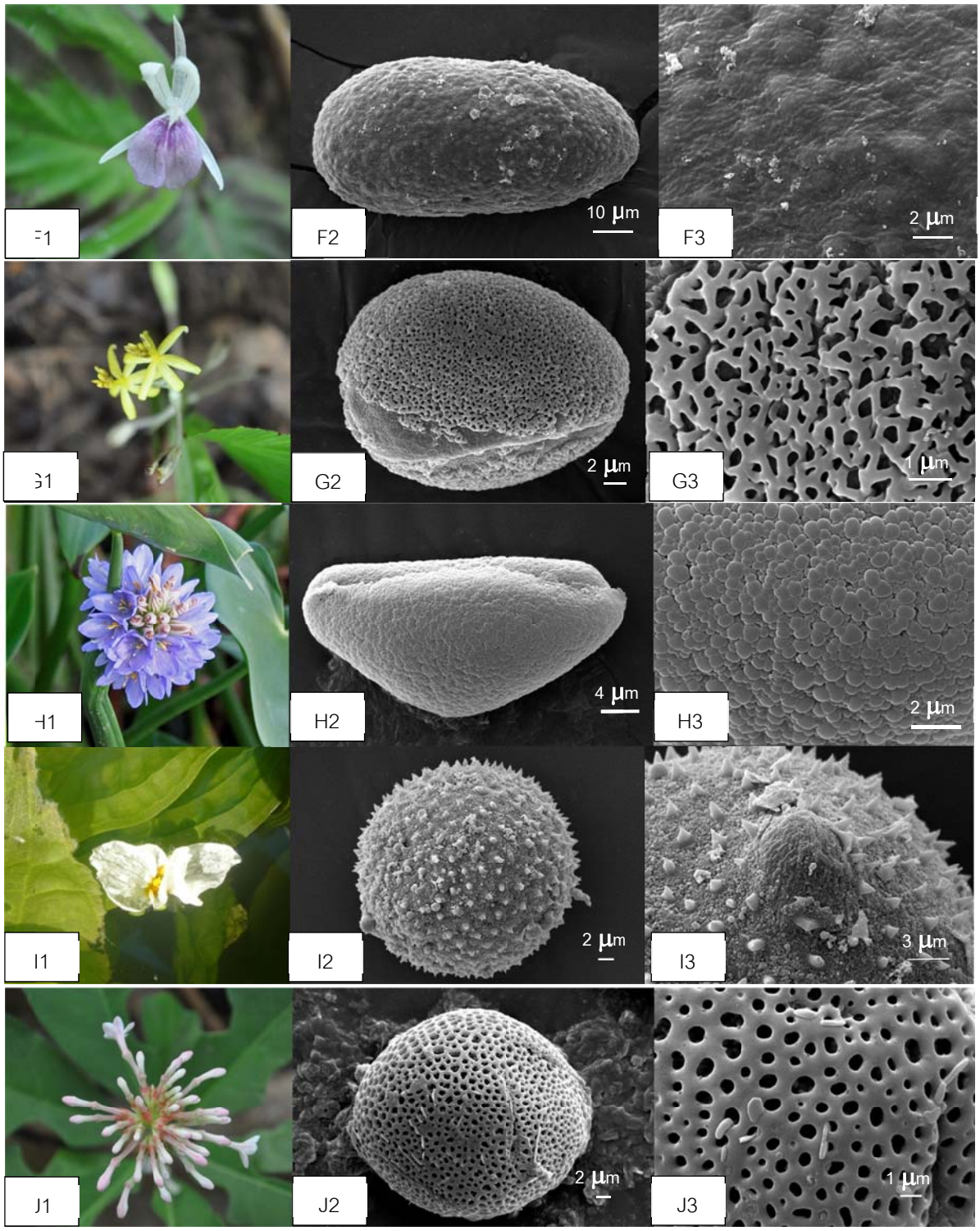
จากรายงานของ Perveen and Qauser (2008) ได้ศึกษาลักษณะเรณูพืชในวงศ์ส้มกุ้ง (Vitaceae) 6 ชนิด พบว่าทุกชนิดมีช่องเปิดแบบ tricolporate รูปร่างแบบ sub-prolate หรือ prolate ถึง prolate-spheroidal ลวดลายบนผนังชั้นนอกแบบ foveolate หรือ reticulate ซึ่งมีความสอดคล้องกับลักษณะเรณูของส้มกุ้ง ที่พบในการทดลองนี้ ที่พบช่องเปิดแบบ tricolporate รูปร่างแบบ prolate ลวดลายบนผนังชั้นนอกแบบ reticulate

Table 1 Pollen morphological data of the 10 species of aquatic and ground flora in Plant Genetic Protection Area of RSPG, Vajiralongkorn Dam.

Sciencetific name	P×E (μm)	P/E	Shape	Aperture system	Ornamentation
Ampelocissus martinii	22.44±3 X 16.13±3.3	1.39	prolate	tricolporate	reticulate
Boesenbergia parvula	79±5.4 X 75.9±5.5	1.04	prolate spheroidal	inapertulate	spinulate
Curcuma roscoeana	105.9±12 X 61.38±4.6	1.71	prolate	inapertulate	rugulate
Eichhornia crassipes	39.79±1.5 X 70.70±2.1	0.56	oblate	monocolpate	finely scabrate punctate
Globba albiflora	36.73±1.2 X 35.31±1.3	1.04	prolate spheroidal	inapertulate	echinate granulate
Kaempferia sp.	81.53±10.7 X 52.26±11	1.56	prolate	inapertulate	nearly psilate
Molineria latifolia	32.97±1.8 X 26.18±1.2	1.25	subprolate	monocolpate	reticulate
Monochoria hastata	25.63±1.4 X 49.82±1.7	0.51	oblate	monocolpate	granulate
Ottelia alismoides	39.39±1.12 X 37.93±0.7	1.03	prolate spheroidal	inapertulate	echinate
Rauvolfia serpentine	30.38±3.7 X 43.69±5.58	0.69	oblate	pantocolpate	reticulate

เรณูของพร้าวนกคุ่มมีความแตกต่างจากเรณูพืชทั้ง 10 ชนิด อย่างชัดเจน กล่าวคือมีช่องเปิดเป็นร่องยาว และมีลวดลายบนผนังเรณูชั้นนอกแบบร่างแห (reticulate) อย่างไรก็ตามเรณูของพร้าวนกคุ่มยังไม่พบรายงาน




F1
F2
10 µm
F3
2 µm
G1
G2
2 µm
G3
1 µm
H1
H2
4 µm
H3
2 µm
I1
I2
2 µm
I3
3 µm
J1
J2
2 µm
J3
1 µm

1-

รายงานของ Fazal *et al.* (2013) ซึ่งทำการศึกษาลักษณะทางสันฐานวิทยาของพืชสมุนไพรที่มีคุณค่าสูงในปากีสถาน จำนวน 11 ชนิดซึ่งหนึ่งในสมุนไพรนั้นประกอบด้วยระย่อม โดยอธิบายลักษณะเรณูของระย่อมจากการศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน พบว่ามีลวดลายบนผนังเรณูแบบ foveolate with pits and scabrate ซึ่งขัดแย้งกับผลการวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่า ลวดลายบนผนังเรณูของระย่อมเป็นแบบ reticulate อย่างชัดเจน

ข้อมูลสัณฐานวิทยาเรณูของผักตบไทยมีค่อนข้างน้อย และไม่พบการศึกษาลักษณะละเอียดผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน อย่างไรก็ตามมีรายงานของ Ghosh and Karmakar (2017) ที่ทำการศึกษาเรณูผักตบไทยในอินเดีย สอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้กล่าวคือ เรณูผักตบไทยมีรูปร่างแบบ oblate สมมาตรด้านข้าง ช่องเปิดแบบ monocolpate และลวดลายบนผนังแบบ granulate ในขณะที่ลักษณะเรณูของผักตบชวา สอดคล้องกับลักษณะเรณูผักตบชวาจากอียิปต์ ที่รายงานโดย El-Amier (2015) พบว่ามีสมมาตรด้านข้าง และช่องเปิดแบบ monocolpate เช่นเดียวกัน

สรุป

ลักษณะสัณฐานวิทยาเรณูพืชพื้นล่างและพืชน้ำจากพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชเขื่อนวชิราลงกรณทั้ง 10 ชนิด พบว่าเรณูที่ศึกษา เป็นเรณูเดี่ยว (monad) แบ่งตามลักษณะช่องเปิดเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือเรณูที่มีช่องเปิด พบจำนวนช่องเปิดแตกต่างกัน 3 แบบ ประกอบด้วย แบบ monocolpate ได้แก่ พร้าวนกคุ่ม [*Molineria latifolia* (Dryand. ex W.T. Aiton) Herb. ex Kurz] ผักตบไทย [*Monochoria hastata* (L.) Solms var. *hastata*] และผักตบชวา [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms] แบบ pantocolpate ได้แก่ ระย่อม [*Rauvolfia serpentina* (L.) Benth. ex Kurz] แบบ tricolporate ได้แก่ ส้มกุ้ง (*Ampelocissus martinii* Planch.) และเรณูไม่มีช่องเปิด ได้แก่ กระทือลิง [*Boesenbergia parvula* (Wall. ex Baker) Kuntze] กระเจียวส้ม (*Curcuma roscoeana* Wall.) หงษ์เหิน (*Globba albiflora* Ridl.) เปราะ (*Kaempferia* sp.) และสันตะวาใบพาย [*Ottelia alismoides* (L.) Pers.] อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มเรณูไม่มีช่องเปิดของพืชทั้ง 5 ชนิด มีความแตกต่างกันที่ลวดลายบนผนังด้านนอกของเรณู ได้แก่ ลวดลายแบบ spinulate, regulate, echinate granulate, nearly psilate และ echinate ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในด้านการเพาะขยายพันธุ์พืชน้ำท้องถิ่นบางชนิด เช่น สันตะวาใบพาย ที่ปัจจุบันลดจำนวนลงในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ รวมถึงพืชพื้นป่าที่ช่วยอนุรักษ์ความชื้นให้แก่หน้าดิน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตเขื่อนวชิราลงกรณ โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (งบประมาณแผ่นดิน) มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 9/2555

เอกสารอ้างอิง

กมลทิพย์ สุวรรณเดช. 2548. **การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) ในพื้นที่ป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2561. **เขื่อนวชิราลงกรณ**. แหล่งที่มา: https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=2548&Itemid=117, 26 กันยายน 2561.

ณุฉัตรา จันทร์สุวานิชย์, กุลชญา ไชยราช, ทรงพล ชีวะพัฒน์, ประไพ วงศ์สินมั่นคง และศักดิ์วิชัย อ่อนทอง. 2558. **พืชสมุนไพรในประเทศไทย ตอนที่ 4**. โรงพิมพ์สำนักงานพุทธศาสนาแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ประนอม จันทรโณทัย และพันธ์ทิวา กระจาย. 2555. **เรณูของพืชดอก**. หจก.โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557**. โรงพิมพ์สำนักงานพุทธศาสนาแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. **พรรณไม้น้ำในประเทศไทย**. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

สุธรรม อารีกุล. 2552. **องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย เล่ม 3**. บริษัทอมรินทร์บุ๊คเซ็นเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

Chen, J. and N.H. Xia. 2011. Pollen morphology of Chinese *Curcuma* L. and *Boesenbergia* Kuntz. **Flora** 206: 458-467.

Erdtman, G. 1972. **Pollen Morphology and plant Taxonomy Agiosperms (An introduction to palynology I)**. Hafner Publishing Company, New York.

El-Amier, Y. A. 2015. Morphological studies of the pollen grains for some hydrophytes in coastal Mediterranean lakes, Egypt. **Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences** 2(2): 132-138.

Fazal, H., N. Ahmad and B.H. Abbasi. 2013. Identification, characterization and palynology of high valued medicinal plants. **Scientific World Journal** 13: 6-14.

Ghosh, A. and P. Karmakar. 2017. Monocot pollen flora of Paschim Medinipur District, West Bengal with a note on pollen dispersal mechanism. **Current Botany** 8: 41-54.

Haynes, R.R. 2001. Hydrocharitaceae. **Flora of Thailand** 7(3): 365-382.

Larsen, K. and S.S. Larsen. 2006. **Gingers of Thailand**. Queen Sirikit Botanic Garden, Thailand.

Takahashi, M. 1994. Pollen Development in a Submerged Plant, *Ottelia alismoides* (L.) Pers. (Hydrocharitaceae). **J. Plant Res** 107: 161-164.

Perveen, A. and M. Qauser. 2008. Pollen flora of Pakistan-LVII. Vitaceae. **Pak.J.Bot** 40(2): 501-506.

Saensouk, P., P. Theerakulpisut, A. Thammathaworn, S. Saensouk, C. Maknoi and P. Kohkaew. 2015. Pollen morphology of the genus *Curcuma* (Zingiberaceae) in Northeastern Thailand. **ScienceAsia** 41: 87–92

Simpson, M. G. 1987. Pollen ultrastructure of the Pontederiaceae: evidence for exine homology with the Haemodoraceae. **Grana** 26(2): 113-126.

Yuan-Hui, L. 1988. Pollen Morphology of the Family Zingiberaceae in China Pollen Types and Their Significance in the Taxonomy. **Acta Phytotaxonomica Sinica** 24: 265-281.

การประเมินการเจริญเติบโต ผลผลิตอาหารหยาบ และคุณค่าทางโภชนศาสตร์ของหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่นาจังหวัดสุรินทร์

Evaluation of Growth, Herbage Yield and Nutritional Value of Napier Grass in Paddy Field of Surin Province

วริศรา เนกขัม[1] ทรงยศ โชติชุติมา[1*] จิราพร เชื้อกูล[2] ธนพล ไชยแสน[1] สมเกียรติ ประสานพานิช[3] และ สายัณห์ ทัดศรี[1]

Warisara Nekkham[1] Songyos Chotchutima[1*] Jiraporn Chaugool[2] Tanapon Chaisan[1] Somkiert Prasanpanich[3] and Sayan Tudsri[1]

บทคัดย่อ

งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเจริญเติบโต ผลผลิตอาหารหยาบ และคุณค่าทางโภชนศาสตร์ของหญ้าเนเปียร์ 8 พันธุ์ในพื้นที่นาของจังหวัดสุรินทร์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย หญ้าเนเปียร์ 8 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ธรรมดา ไต้หวัน รุกโวน่า บาน่า ทีฟตัน กำแพงแสน มวกเหล็ก และเกษตรศาสตร์ ผลการทดลองพบว่าหญ้าเนเปียร์พันธุ์ธรรมดาให้ความสูงเฉลี่ยมากกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นพันธุ์ไต้หวัน หญ้าเนเปียร์พันธุ์เกษตรศาสตร์มีการแตกกอมากที่สุดเฉลี่ย 108 หน่อต่อกอ จากการตัดเก็บเกี่ยวทั้ง 4 ครั้ง หญ้าเนเปียร์พันธุ์ทีฟตันให้ผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมสูงสุด 3,515 และ 563 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ด้านคุณค่าทางโภชนศาสตร์หญ้าเนเปียร์ พันธุ์มวกเหล็กและเกษตรศาสตร์ มีปริมาณโปรตีน 8.84 และ 8.74 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ หญ้าเนเปียร์ทุกพันธุ์มีปริมาณเยื่อใยที่สกัดด้วยสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) อยู่ระหว่าง 61.65-70.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการย่อยได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง หญ้าเนเปียร์พันธุ์ทีฟตัน กำแพงแสน มวกเหล็ก และเกษตรศาสตร์ให้ปริมาณเยื่อใยที่สกัดด้วยสารละลายที่เป็นกรด (ADF) อยู่ในระดับเหมาะสม (29.36-34.77 เปอร์เซ็นต์) สำหรับการย่อยได้

ABSTRACT

The aims of this study were to evaluate the growth, herbage yield and nutritional value of 8 napier cultivars in paddy field of Surin Province. The experiment was arranged in a randomized complete block design with 4 replications and the treatment consisted of 8 napier grass cultivars viz; Common, Taiwan, Wruk wona, Bana, Tifton, Kampheng Saen, Muaklek and Kasetsart. Results showed that Common had higher average plant height than other cultivars with highly significance. Kasetsart had the highest tiller number (108 tillers per clump). At 4 times harvesting Tifton gave higher total fresh and dry weight yield of 3,515 and 563 kg/rai, respectively. In terms of nutritional value. Muaklek and Kasetsart had between crude protein (CP) content of 8.84 and 8.74 %, which were higher than the other cultivars. All napier cultivars had neutral detergent fiber (NDF) content between 61.65-70.57%, which were the optimum level for digestability of ruminant. Tifton, Kampheng Saen, Muaklek and Kasetsart showed the suitable acid detergent fiber (ADF) content (29.36-34.77%) for digestability.

Key Words: napier grass, herbage yield, nutritional quality

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

[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]ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

[3]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

คำนำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ที่มีการเลี้ยงโคเนื้อมากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศไทย ในปี 2560 มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อทั้งหมดจำนวน 792,148 ครัวเรือน ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภาคอีสานตอนล่าง (กรมปศุสัตว์, 2560) จากสภาวะภัยแล้งในช่วง 3-4 ปี ที่ผ่านมา ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ เกษตรกรจึงปลูกหญ้าเนเปียร์เพิ่มมากขึ้น ทั้งเพื่อใช้เลี้ยงโคของตนเองและเพื่อขายเป็นอาหารสัตว์ ซึ่งช่วยสร้างอาชีพและรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นอย่างดี เกษตรกรส่วนใหญ่มักปลูกหญ้าเนเปียร์บนพื้นที่ดอน อย่างไรก็ตามจากนโยบายการลดพื้นที่ทำนาและส่งเสริมให้มีการปลูกพืชทดแทนที่ใช้น้ำน้อยของรัฐบาล โดยเฉพาะพื้นที่นาที่ไม่เหมาะสม การปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่นาเพื่อเป็นพืชทางเลือกสำหรับทดแทนการปลูกข้าวจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจแก่เกษตรกร หญ้าเนเปียร์มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pennisetum purpureum* Schumaach (Brunken, 1997) เป็นหญ้าอาหารสัตว์อีกชนิดที่เกษตรกรให้ความสนใจมากในปัจจุบัน หญ้าเนเปียร์นี้มีหลายชนิดที่ใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ในประเทศไทย ซึ่งมีทั้งพันธุ์ต้นสูง (เนเปียร์ปากช่อง1 เนเปียร์ยักษ์ และ เนเปียร์ธรรมดา) และต้นเตี้ย (เนเปียร์มวกเหล็ก และม้อท) หญ้าเนเปียร์แต่ละชนิดสามารถปรับตัว เจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงภายใต้สภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่แตกต่างกัน เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น ช่วงแล้ง คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ฯลฯ ดังนั้นจึงควรมีการทดสอบการปรับตัว และการให้ผลผลิตพันธุ์หญ้าเนเปียร์ในสภาพพื้นที่นาดอน

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและคัดเลือกพันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสมทั้งด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณค่าทางโภชนศาสตร์สำหรับใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในพื้นที่นาในจังหวัดสุรินทร์

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ตำรับการทดลอง (treatment) ประกอบด้วย พันธุ์หญ้าเนเปียร์ 8 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ธรรมดา ไต้หวัน รุกโวน่า บาน่า ทีฟตัน กำแพงแสน มวกเหล็ก และเกษตรศาสตร์ หญ้าที่ใช้ทดลองมีลักษณะการเจริญเติบโตแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่1 หญ้าเนเปียร์ต้นสูง (2-4 เมตร) ได้แก่ พันธุ์ธรรมดา ไต้หวัน รุกโวน่า บาน่า ทีฟตัน กำแพงแสน และกลุ่มที่2 หญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ย (ต่ำกว่า 2 เมตร) ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ และมวกเหล็ก

ปลูกหญ้าเนเปียร์ด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยท่อนพันธุ์ อายุ 2 เดือนบนพื้นที่นาของเกษตรกรในจังหวัดสุรินทร์ โดยปลูกเป็นแถวมีระยะห่างระหว่างต้นและระยะห่างระหว่างแถว 1.0 x 1.0 เมตร จำนวน 5 แถว แถวยาว 5 เมตร และมีระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 1.50 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในอัตราอย่างละ 30 กิโลกรัมต่อไร่ปีละครั้ง และปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการแบ่งใส่หลังการตัดหญ้าทุกครั้ง มีการตัดปรับหญ้าเพื่อสร้างความสม่ำเสมอของแปลงหญ้าที่อายุ 60 วันหลังปลูก

เก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมด 4 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ที่อายุ 60 วัน ตัดครั้งต่อไปทุกๆ 60วัน (ครั้งที่2 และ3) และครั้งสุดท้ายที่อายุ 90 วัน (ก.ค. 60, ก.ย. 60, พ.ย. 60 และ ก.พ. 61) เนื่องจากฝนตกเกิดน้ำท่วมขังทำให้ต้องยืดระยะเวลาการตัด ตัดที่ความสูง 5 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน แยกส่วนใบกับลำต้นออกจากกันเพื่อนำไปเก็บข้อมูลสัดส่วนใบต่อต้น เก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าทั้งแปลง ยกเว้นบริเวนขอบแปลงของแต่ละแปลงย่อย ชั่งน้ำหนักสดและสุ่มเก็บตัวอย่างเข้าตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักและคำนวณหา

ผลผลิตน้ำหนักแห้ง ในการตัดครั้งสุดท้ายสุ่มตัวอย่างแห้งนำไปบดเพื่อเตรียมวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนศาสตร์ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน(CP) neutral detergent fiber(NDF) acid detergent fiber(ADF) acid detergent lignin(ADL) โดยวิธีของ Goering and Van Soest (1970) และเถ้า

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's Least Significant Difference Test (LSD)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์

การตัดหญ้าครั้งที่ 1 หญ้าเนเปียร์กลุ่มต้นสูง(ธรรมดา ไต้หวัน รุกโวน่า บาน่า กำแพงแสน ทีฟตัน) เจริญเติบโตช้า เนื่องจากการตัดครั้งที่ 1และ 2 เป็นช่วงที่มีฝนตกอย่างต่อเนื่อง และมีน้ำขังแปลงทดลอง จึงทำให้มีความสูงต้นของหญ้าเนเปียร์ต้นสูงใกล้เคียงกับหญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ย(มวกเหล็ก) โดยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง หญ้าเนเปียร์พันธุ์ธรรมดาและไต้หวันให้ความสูงเฉลี่ยมากกว่าพันธุ์ต้นเตี้ยทั้งหญ้าเนเปียร์พันธุ์มวกเหล็กและเกษตรศาสตร์ (Table 1) เนื่องจากหญ้าเนเปียร์ทั้งสองพันธุ์มีปล้องสั้นกว่าแม้ว่าจะยืดอายุการตัดออกไประยะย่างปล้องของหญ้าทั้งสองพันธุ์จะน้อยกว่าหญ้าเนเปียร์พันธุ์อื่น (Tudsri, 2005) ในการตัดหญ้าทั้ง 4 ครั้งพบว่าหญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ยพันธุ์เกษตรศาสตร์ มีการแตกกอเฉลี่ยมากที่สุด 108 หน่อต่อกอ(Table 2) และแตกกอมากกว่าหญ้าเนเปียร์พันธุ์อื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่งสถิติ การแตกกอได้เร็วในระยะแรกของหญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ยจะช่วยให้คลุมพื้นที่ได้เร็วและช่วยควบคุมวัชพืชได้อีกทางหนึ่ง (วิรัช และคณะ, 2539)

หญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ยยังคงให้สัดส่วนใบต่อต้นมากกว่าหญ้าเนเปียร์ต้นสูง โดยเฉพาะพันธุ์เกษตรศาสตร์ (10.32)(Table 2) อย่างไรก็ตาม หญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 พันธุ์ ให้สัดส่วนใบต่อต้นมากกว่า 1 ซึ่ง Pinto *et al.* (1994) กล่าวว่าค่าสัดส่วนใบต่อต้น (LSR) เท่ากับ 1 หมายถึงหญ้ามีปริมาณใบเท่ากับลำต้น ถ้าค่าสัดส่วนใบต่อต้นต่ำกว่า 1 แสดงว่าหญ้ามีคุณภาพต่ำ เนื่องจากมีปริมาณลำต้นมากกว่าใบ อย่างไรก็ตามพบว่าหญ้าเนเปียร์ทุกพันธุ์มีสัดส่วนใบต่อต้นที่เหมาะสม (สูงกว่า 1)

Table 1 Plant height (cm) of 8 napier cultivars at 4 harvesting cycles in paddy field condition.

Cultivars	Plant height (cm)				
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	4th harvest	Average
Common	64a[1/]	122a	128a	163a	119a
Taiwan	53ab	123a	106b	172a	113ab
Wruk wona	52ab	115ab	100b	127b	98b
Bana	56a	124a	92b	118b	98b
Tifton	59a	126a	94b	112b	98b
Kampheng Saen	60a	118a	92b	105b	93b
Muaklek	53ab	79bc	65c	74c	68c
Kasetsart	38b	49c	40d	37d	41d
F-test	*	**	**	**	**
LSD (0.05)	14.66	37.66	19.62	25.89	20.66
CV (%)	18.33	23.92	14.89	15.54	15.42

1/ Means within each column followed by were the same letter were not significantly difference at the 5% level by LSD.

* Significant at $P < 0.05$ ** Significant at $P < 0.01$

Table 2 Number of tiller per clump and leaf : stem ratio of 8 napier cultivars at 4 harvesting cycles in paddy field condition.

Cultivars	No. tillers/clump					Leaf : stem
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	4th harvest	Average	ratio
Common	26b[1/]	25b	28b	37b	29b	1.52c
Taiwan	12b	11b	13b	13e	12b	1.25c
Wruk wona	14b	13b	14b	18cde	15b	2.35c
Bana	14b	13b	15b	14de	14b	2.28c
Tifton	36b	28b	34b	32bc	32b	2.68c
Kampheng Saen	38b	30b	36b	30bcd	33b	2.67c
Muaklek	31b	24b	24b	18cde	25b	6.77b
Kasetsart	124a	81a	102a	125a	108a	10.32a
F-test	**	**	**	**	**	**
LSD (0.05)	39.40	20.25	25.55	16.70	24.21	2.41
CV (%)	72.43	49.00	52.26	31.72	49.08	43.91

1/ Means within each column followed by were the same letter were not significantly difference at the 5% level by LSD.

** Significant at $P < 0.01$

ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของหญ้าเนเปียร์

ในช่วงการตัดครั้งที่ 1 และ 3 หญ้าเนเปียร์ส่วนใหญ่ให้ผลผลิตน้ำหนักสดค่อนข้างต่ำ ยกเว้นหญ้าเนเปียร์พันธุ์ทีฟตัน และธรรมดาให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงในช่วงแรก ทำให้มีผลผลิตน้ำหนักสดรวมสูงสุด(3,515 กิโลกรัมต่อไร่)แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากหญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ยพันธุ์อื่นยกเว้นพันธุ์กำแพงแสนที่ให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่ำสุด(1,747 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนหญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ยพันธุ์มวกเหล็กและเกษตรศาสตร์ให้ผลผลิตน้ำหนักสด 3,081 และ2,115 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ทีฟตันและธรรมดา ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 พันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 340-563 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ Rengsirikul *et al*.(2011) รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ที่ปลูกในพื้นที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ที่ตัดทุกๆ 3 เดือน ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวม 4 ครั้ง อยู่ระหว่าง 4,336-9,344 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพันธุ์ทีฟตันและธรรมดาให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 9,344 และ 8,224 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์พันธุ์ทีฟตันและธรรมดาให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมสูงกว่าพันธุ์อื่น แม้จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่หญ้าเนเปียร์ทั้ง 2 สายพันธุ์ยังสามารถให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งได้มากกว่า 500 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสามารถใช้เลี้ยงโคเนื้อที่มีน้ำหนักตัว 200 กิโลกรัม ได้หนึ่งตัวในระยะเวลา 100 วัน (โคกินหญ้าได้ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) (Tudsri, 2004) ซึ่งผลผลิตที่ได้เพียงพอต่อการเลี้ยงโคเนื้อในช่วงฤดูแล้งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Table 3 Fresh and dry weight yield (kg/rai) of 8 napier cultivars at 4 harvesting cycles in paddy field condition.

Cultivars	1st harvest		2nd harvest		3rd harvest		4th harvest		Total	
	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D
Common	707a[1/]	115a	909	143	539	81ab	1,361ab	198ab	3,515a	536
Taiwan	338ab	41c	706	84	394	55b	1,744a	162ab	3,183ab	341
Wruk wona	400ab	61bc	627	96	418	77ab	1,650a	255a	3,095ab	490
Bana	399ab	61bc	829	127	356	66ab	953bc	138b	2,537ab	391
Tifton	727a	103ab	1,243	173	553	105a	993bc	182ab	3,515a	563
Kampheng Saen	599ab	86abc	1,041	150	529	90ab	911bc	166ab	1,747b	340
Muaklek	281b	56bc	692	135	321	90ab	453c	99b	3,081ab	492
Kasetsart	255b	46c	808	146	475	50b	578c	135b	2,115ab	406
F-test	*	*	ns	ns	ns	*	**	*	*	ns
LSD (0.05)	397.68	53.26	718.81	97.44	287.91	43.99	634.02	102.28	1526.65	231.33
CV (%)	58.38	50.99	57.04	50.31	43.70	39.71	39.91	41.69	36.45	35.36

1/ Means within each column followed by were the same letter were not significantly difference at the 5% level by LSD.

F Fresh weight yield D Dry weight yield

ns Non significant * Significant at $P < 0.05$ ** Significant at $P < 0.01$

คุณค่าทางโภชนศาสตร์ของหญ้าเนเปียร์

หญ้าเนเปียร์พันธุ์รุกโวน่าธรรมดา ไต้หวัน และกำแพงแสนมีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 4.39-4.71 เปอร์เซ็นต์ (Table4) ซึ่งจัดว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ (โปรตีนไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์) ส่วนหญ้าเนเปียร์พันธุ์บาน่า และทีฟตันมีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 5.34 และ 5.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับอาหารหยาบคุณภาพปานกลาง (โปรตีน 5-7 เปอร์เซ็นต์) ส่วนหญ้าเนเปียร์พันธุ์ต้นเตี้ยทั้งพันธุ์มวกเหล็กและเกษตรศาสตร์มีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 8.84 และ8.74 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับอาหารหยาบคุณภาพดี (โปรตีน 7-10 เปอร์เซ็นต์) (Table4) ดังนั้น พันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่มีปริมาณโปรตีนไม่ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติมในแปลงทดลองทดลองเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนให้อยู่ระดับเพียงพอต่อการใช้เป็นอาหารสัตว์ (สายัณห์, 2547)

หญ้าเนเปียร์ต้นสูงมีแนวโน้มให้ปริมาณ NDF สูง ขณะที่หญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ยที่ให้ปริมาณ NDF ต่ำ (Table4) อย่างไรก็ตาม หญ้าเนเปียร์ทุกพันธุ์ที่ได้จากแปลงทดลองนี้มีปริมาณ NDF อยู่ระหว่าง 61.65-70.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีผลต่อการกินได้ของสัตว์ เนื่องจาก Buxton (1996) รายงานว่าปริมาณ NDF สูงเกิน 75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งในหญ้า จะทำให้การกินได้ของสัตว์ลดลง หญ้าเนเปียร์พันธุ์ทีฟตัน กำแพงแสน มวกเหล็ก และเกษตรศาสตร์ให้ปริมาณ ADF อยู่ระหว่าง 29.36-34.77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสม เนื่องจาก Weiss *et al.* (1999) รายงานว่าปริมาณ ADF ไม่มากกว่า 30-35 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีปริมาณ ADFสูงแสดงว่าพืชอาหารสัตว์นั้นจะมีค่าการย่อยได้ต่ำ ขณะที่พันธุ์ธรรมดา ไต้หวัน รุกโวน่า และบาน่า ให้ปริมาณ ADF สูงกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์ที่ได้จากแปลงทดลองมีปริมาณ ADL ต่ำอยู่ระหว่าง 4.24-6.15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ ADL เป็นส่วนที่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ และยังมีผลทำให้การย่อยของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสลดลง (Nakamanee *et al.*, 1996) ดังนั้น ปริมาณ ADL ที่สูงในหญ้าเนเปียร์พันธุ์ไต้หวัน (6.15 เปอร์เซ็นต์) ทำให้การย่อยได้ในกระเพาะหมักต่ำกว่าหญ้าเนเปียร์พันธุ์บาน่าและทีฟตันที่ให้ปริมาณ ADL เท่ากับ 4.24 และ 4.77 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ยให้ปริมาณเถ้าสูงกว่าเนเปียร์ต้นสูง โดยเฉพาะพันธุ์เกษตรศาสตร์ให้

ปริมาณเถ้าสูงที่สุด 14.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Rengsirikul *et al*. (2013) ที่พบว่าหญ้าเนเปียร์พันธุ์เกษตรศาสตร์และมวกเหล็กให้ปริมาณเถ้าสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ต้นสูง โดยเฉพาะการตัดในช่วงฤดูแล้ง

Table 4 Nutritional value of 8 napier cultivars in paddy field condition.

Cultivars	Nutritional value (%)				
	CP	NDF	ADF	ADL	Ash
Common	4.60b[1/]	69.94ab	37.79ab	5.62ab	7.24e
Taiwan	4.61b	70.10a	38.71a	6.15a	6.13e
Wruk wona	4.39b	68.70abc	37.49ab	5.16abc	7.90de
Bana	5.34b	70.57a	36.57bc	4.24c	7.34e
Tifton	5.17b	66.54bc	34.63d	4.77bc	9.78cd
Kampheng Saen	4.71b	66.43c	34.77cd	4.87abc	10.83bc
Muaklek	8.84a	62.63d	32.92d	5.58ab	12.61ab
Kasetsart	8.74a	61.65d	29.36e	4.83abc	14.30a
F-test	**	**	**	*	**
LSD (0.05)	1.85	3.48	1.92	1.32	2.19
CV (%)	21.69	3.53	3.71	17.43	15.66

1/ Means within each column followed by were the same letter were not significantly difference at the 5% level by LSD.

* Significant at $P < 0.05$ ** Significant at $P < 0.01$

CP = Crude protein, NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber and ADL = Acid detergent lignin

สรุป

หญ้าเนเปียร์ต้นสูงพันธุ์ทีฟตัน มีผลผลิตน้ำหนักสดรวมสูงสุด 3,515 กิโลกรัมต่อไร่ในการตัดทั้ง 4 ครั้ง และมีปริมาณโปรตีนจัดอยู่ในระดับอาหารหยาบคุณภาพปานกลางเมื่อเทียบกับหญ้าเนเปียร์ต้นสูงพันธุ์อื่น (ธรรมดา ไต้หวัน รุกโวน่า และกำแพงแสน) และมีปริมาณเยื่อใย (NDFและADF) อยู่ในระดับเหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณนายนิวัฒน์ กว้างขวาง เกษตรกรในจังหวัดสุรินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินงานวิจัยและขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2560. **ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี 2560**. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิรัช สุขสราญ ชิต ยุทธวรวิทย์ และ พูลศรี ศุกระรุจิ. 2539. **อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์** ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2539. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 183-197.

สายัณห์ ทัดศรี. 2547. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิตและการจัดการ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Brunken, J.N.1977. A Systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetu* (Gramineae). **Am J Bot.** 64:161-176.

Buxton, D. R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. **Anim Feed Sci Tech**. 59: 37-49.

Goering, H. K. and P. J. Van Soest 1970. **Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedure, and some applications)**. Agriculture Handbook.No.379, USDA.

Nakamanee, K., J. Khemsawet, T. Boonyawirote and W. Punpipat, Effect of cutting height and cutting interval on yield and chemical composition of 3 Cultivars of napier grass under irrigation. ***In*** **Annual research report 1996**. Animal Nutrition Division. Development of Livestock Department. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand, 1996. pp: 123-128.

Pinto, JC, GOMIDE, JA, MAESTRI, M. 1994. Dry matter yield and leaf / stem ratio of tropical forage grasses grown in pots with two nitrogen doses. **R Soc Bras Zootec**. 23 (3): 313-326.

Rengsirikul, K., Y. Ishii, Kangvansaichol, K., Pripanapong, P., Sripichitt, P., Punsuvon, V., Vaithanomsat, P., Nakamanee, G. and Tudsri, S., 2011, Effects of Inter-cutting Interval on Biomass Yield, Growth Components and Chemical Composition of Napier Grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) Cultivars as Bioenergy Crops in Thailand, **Grassl Sci**, 57: 135-141

_____, _____, _____, P.Sripichitt, V. Punsuvon, P. Vaithanomsat, G.Nakamanee and S. Tudsri. 2013. Biomass yield, chemical composition and potential ethanol yields of 8 Cultivars of Napier grass (Pennisetum purpureum Schumach.) harvested 3-monthly in central Thailand. **JSBS**. 3: 107-112.

Tudsri, S. 2004. **Tropical Forage Crop**. Department of Agonomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University Bangkok. (in Thai).

_____, S. 2005. **Tropical Forage**. Kasetsart University Publishing Bangkok, Thailand. 534 pp. [in Thai]

Weiss, W.P., M.L. Eastridge, and J.F. Underwood. 1999. **Forages for Dairy Cattle**. Ohio State University Extension.

Effect of Ethanol Vapor on the Postharvest Qualities of 'Khai' and 'Namwa' Bananas

Vanessa Jean Duerme[1], Nutthachai Pongprasert[1, 2], Sukanya Aimla-or[1], Panida Boonyaritthongchai[1, 2] and Varit Srilaong[1, 2*]

ABSTRACT

Banana is a climacteric fruit which is able to produce ethylene after harvest which leads to fruit senescence. Thus, the inhibition of ethylene production is needed. Ethanol vapor treatment is one of several postharvest techniques that used in order to inhibit ethylene production. In this study, different cultivar of bananas including 'Khai' (*Musa acuminata* (AA Group) 'Khai'), and Namwa (*Musa paradisiaca* (ABB group) 'Namwa') were exposed to 0 (control), 0.3, and 0.6 g ethanol vapor releasing pads (EVRP) and stored in 13°C for 15 days. Fresh weight loss tended to increase with storage days. Banana treated with ethanol showed lower weight loss especially those treated with 0.3 g EVRP, compared to the untreated control. Application of EVRP with all banana cultivars also retarted the total color difference (ΔE) compared to the untreated control. EVRP at 0.3 g affected the delay of peel color change in 'Namwa' banana while there was no significant difference of ΔE in 'Khai' banana treated with EVRP at both 0.3 and 0.6 g. Flesh firmness of all EVRP treated banana cultivar was lower compared to that of untreated control. According to the results, EVRP could maintain the green color ad reduce weight loss of bananas. However further experiment is needed to investigate its effect on flesh softening.

Key words: Banana, Ethanol Vapor, Ripening, Color, Firmness

*Corresponding author; e-mail address: varit.sri@mail.kmutt.ac.th

[1]Postharvest Technology Program, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140, Thailand

[2]Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400, Thailand

INTRODUCTION

Banana is an important commercial crop in Thailand and two of the most common cultivar, 'Khai' and 'Namwa', are used for export. Banana is a climacteric fruit which is able to produce ethylene after harvest. Ethylene increase is affected by the maturation during harvest and by the onset of ripening. Banana is harvested in the mature green stage and will be ripen into soft, edible, yellow and aromatic stage which will depend on the preference of the consumers. Visual appearance is the main criteria which the consumers check upon buying bananas. The appearance of discoloration in the peel, which is caused by enzymatic browning, is a great impact in discerning the marketability of ripe banana (Bagnato *et al.*, 2002). The short shelf life of ripe banana, which can be as low as 3 days, is also a major concern by consumers. To overcome the previous mentioned problems of banana, there is a need of improvement in the shelf life and quality of banana (Seberry and Harris, 1993).

Increasing the shelf life of climacteric fruits during harvest has been studied and researched. There are postharvest treatments which are widely used in slowing down the ripening process of bananas, such as controlled or modified atmosphere storage (Yahia, 1998), nitrogen atmosphere storage (Wills *et al.*, 1990), 1-methylcyclopropene (1-MCP) (Golding *et al.*, 1998), ethylene removal and inhibition of ethylene action through chemical means.

Application of ethanol vapor to fruits have an influence to delay fruit ripening and senescence Saltveit and Shraf (1992) found that the application of ethanol in tomato fruit at various maturity stages inhibited ripening without affecting its postharvest qualities. The maturity of the fruit and the amount and exposure time of ethanol vapor will depend if it will inhibit or promote ripening of tomatoes (Beaulieu and Saltveit, 1997). Asoda *et al.* (2009) studied the effects of ethanol vapor treatment in broccoli florets, it was concluded in the study that the treatment suppressed the activities and gene expression of chlorophyll catabolic enzymes, which causes the delay in the yellowing in broccoli florets. Also, ethylene activities were inhibited through the suppression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase and ACC oxidase. This study also supports the delay in chlorophyll degradation in lime fruits which was conducted by Opio *et al.* (2015) and also shows that the application of ethanol vapor in lime fruit can maintain the vitamin C content and no significant effect on TSS and TA content throughout the storage period.

Due to the limitation of researches which uses ethanol vapor releasing pad in bananas, this study aims in evaluating the efficiency of different concentration (weight basis) of ethanol vapor pad applied in 'Khai' and 'Namwa' banana to delay the ripening process, expressed by changes in weight, color and texture.

MATERIALS AND METHODS

Sample preparation and treatment

Bananas (*Musa acuminata* (AA Group) 'Khai'), and *Musa paradisiaca* (ABB group) 'Namwa') at the mature green stage were brought from a wholesale market in Bangkok, Thailand. Bananas were sliced into clusters with 3 fruits each cluster with an average weight for 'Khai' and 'Namwa' of 215 and 277 g, respectively. The cut stalk of each cluster was brushed with 500 ppm prochloraz and was air dried. Each cluster of banana was randomly packed in 9 x 14 inch polypropylene bag with 6 holes (1 cm diameter) along with different weight of ethanol vapor releasing pads (EVRP) of 0.3 and 0.6 g (Antimold-mild® 0.3 and Antimold-mild® 0.6 respectively). Bags were then tight with rubber bands. Absence of ethanol vapor releasing pads was considered as the control. The treated and untreated bananas were then stored at 13°C, 90-95%RH. Banana fruit from each treatment were randomly sampled at three-day interval to investigate the changes in fresh weight loss, color and flesh firmness.

Measurement of fresh weight loss

For measurement of fresh weight loss, each replication of sample was weighed using an analytical balance (AX4202, OHAUS) reporting the results as percentage of fresh weight loss throughout the storage. Initial weight of each cluster was measured and recorded before storage at cold room. Fruit weight was measured every three day. Fresh weight loss of fruit was calculated using the equation:

$$\text{Fresh weight loss (\%)} = \frac{(\text{Fruit weight}_{\text{initial}} - \text{Fruit weight}_{\text{three day interval}}) \times 100}{\text{Fruit weight}_{\text{nitial}}}$$

Measurement of color change

The banana peel color was carried using a colorimeter (Chroma meter CR 400/410, Konica Minolta, Japan). The color was determined in terms of L*, a* and b* values. L* denotes the lightness or darkness, a* denotes greenness to redness and b* denotes blueness to yellowness. The color was measured in three places of each sample and average values were recorded for the study. Color change was expressed as ΔE and was calculated using the following equation:

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_{\text{three day interval}} - L^*_{\text{initial}})^2 + (a^*_{\text{three day interval}} - a^*_{\text{initial}})^2 + (b^*_{\text{three day interval}} - b^*_{\text{initial}})^2}$$

Measurement of flesh firmness

Flesh firmness were measured using a texture analyzer (TA.XT Plus, Texture Technologies, Scarsdale, NY) equipped with 5 mm diameter puncture probe. The penetration speed of the probe was fixed at 10 mm·min^{-1} and the probe penetrated into the flesh for 5 mm. The maximum force applied to break up the flesh was taken as flesh firmness (N).

Experimental design and statistical analysis

The experimental design used was a completely randomized design using three replications per treatment. The data are presented as mean values ± SE. The SAS analysis of variance procedure (SAS institute, Cary, NC) was used to determine the treatment effects. The means separation was analyzed by Duncan's Multiple Range test ($P \leq 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

Fresh weight loss

Changes in fresh weight loss of 'Khai" and 'Namwa' bananas were showed in Figure 1. Generally, percentage of fresh weight loss in 'Khai' and 'Namwa' banana fruit in all treatment increased with storage time. The application of EVRP had lowered the fresh weight loss of banana compared to the untreated control. 0.3 g EVRP showed the lowest percentage loss. Possible reason for the weight loss of bananas is the transpiration and respiration of the fruit throughout the storage period. Ethanol vapor treatment might have reduced the weight loss by slowing down the respiration process (Roy et al., 2017) which rises with the start of ripening process.

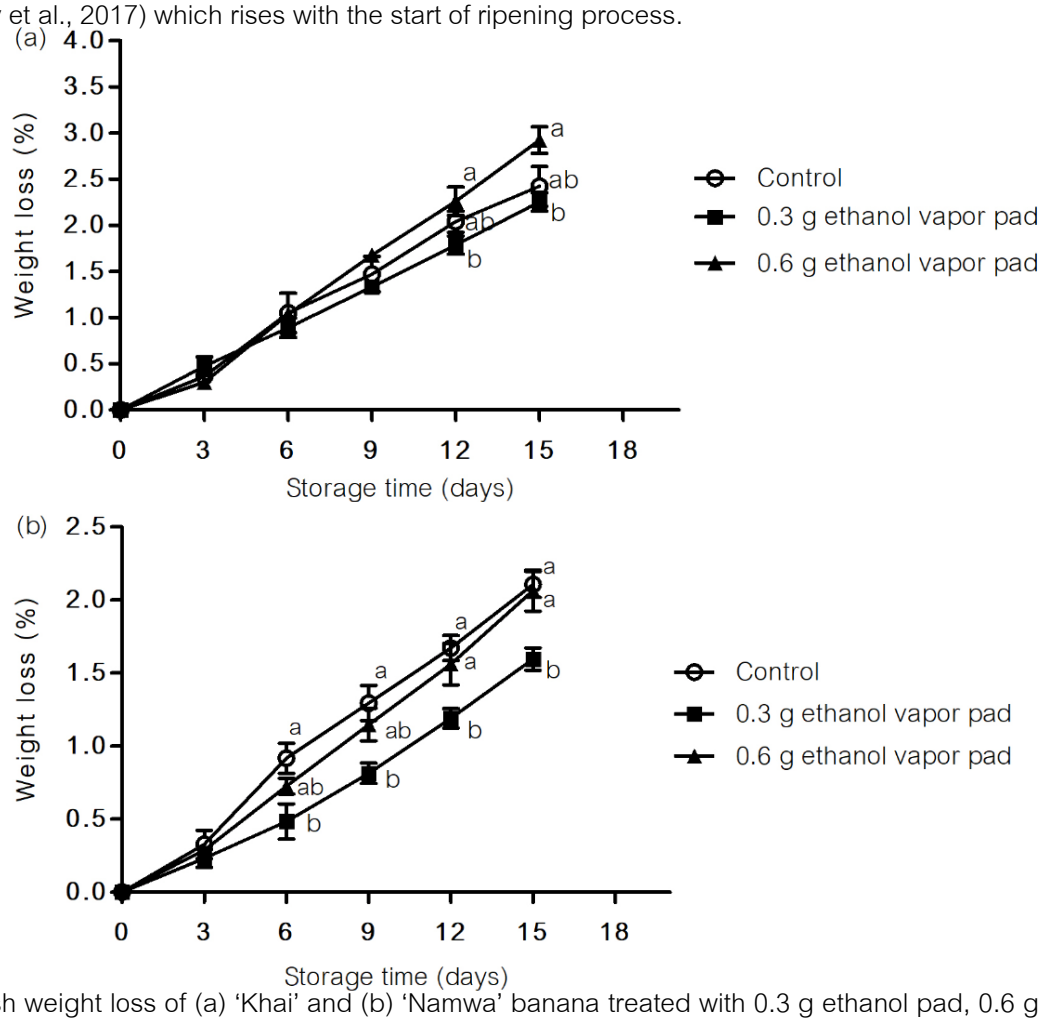


Figure 1 Fresh weight loss of (a) 'Khai' and (b) 'Namwa' banana treated with 0.3 g ethanol pad, 0.6 g ethanol pad and untreated control during storage at 13°C for 15 days. Data are the means ± SE of three replicates.

Color changes

ΔE value is defined as the numerical comparison between a sample color changes to the initial color. The greater ΔE values the greater deviation of the reference color to the initial color. According to the Figures (2a and 2b), there was an increase in color difference with the increase of storage days. In 'Khai' cultivar, there was a significant different between the untreated bananas and the treated bananas, where the ΔE values of untreated bananas were higher compared to treated bananas. Same can also be observed in the b* values which denotes yellowness. This showed the color change of the bananas from green to yellow, which indicated the ripening. 0.3 g EVRP showed low values of ΔE compared to 0.6 g EVRP. However, there was no significant difference on the ΔE and b* values between treatments for the 'Namwa' cultivar. These changes during ripening period took place as a result of the breakdown of the chlorophyll in the peel (Salvador *et al.*, 2007) and according to Aguilar-Mendez *et al.*, (2008) application of exogenous ethanol lowers chlorophyll degradation.

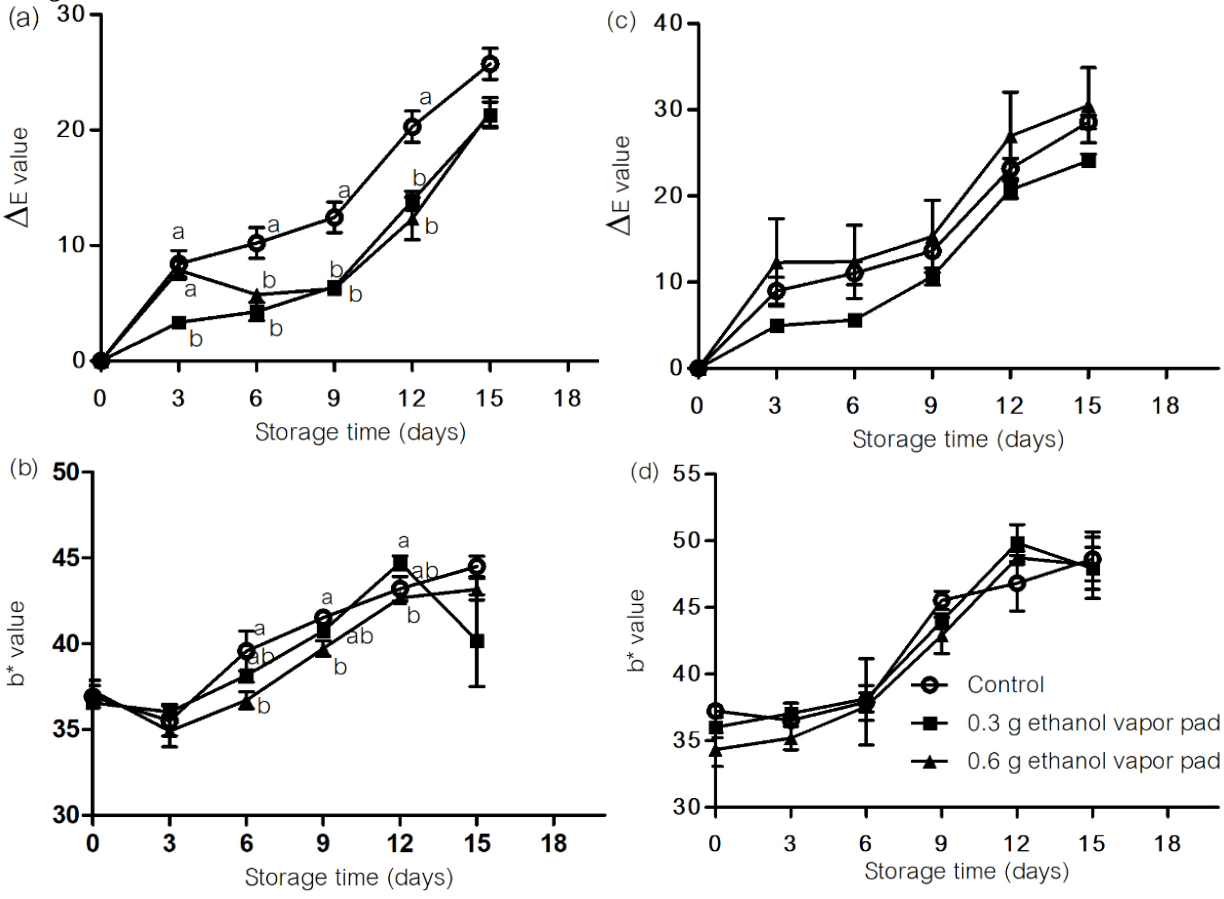


Figure 2 ΔE and b* values of bananas treated with 0.3 g ethanol pad, 0.6 g ethanol pad and untreated control during storage at 13°C for 15 days. (a) and (b) respectively display the ΔE and b* values of 'Khai'. (c) and (d) respectively display the ΔE and b* values of 'Namwa' cultivar. Data are the means ± SE of three replicates.

Flesh firmness

Flesh firmness of bananas decreased slowly with increase storage time. The loss of firmness in banana flesh might be attributed to different modification that happened to its physiological and chemical properties. This included the hydrolysis of starch to sugars during ripening causing an increase in osmotic pressure in banana flesh, which associated with ripening where turgor pressure decreases thus cause the softening, which results in decrease in firmness (Finney *et al.*, 1967).

In this study, flesh firmnesses of the different cultivar of banana declined which were shown in Figure 3a and 3b. Decrease in flesh firmness was observed for both cultivars of banana. Untreated banana showed higher value of fresh firmness compared to EVRP treated bananas however, there was no significant different between treatments in both cultivars. According to Agravante *et al.* (1990), exposure of bananas to ethanol could accelerate the ripening process; however it was concentration dependent for lower ethanol vapor percentage had delayed the ripening.

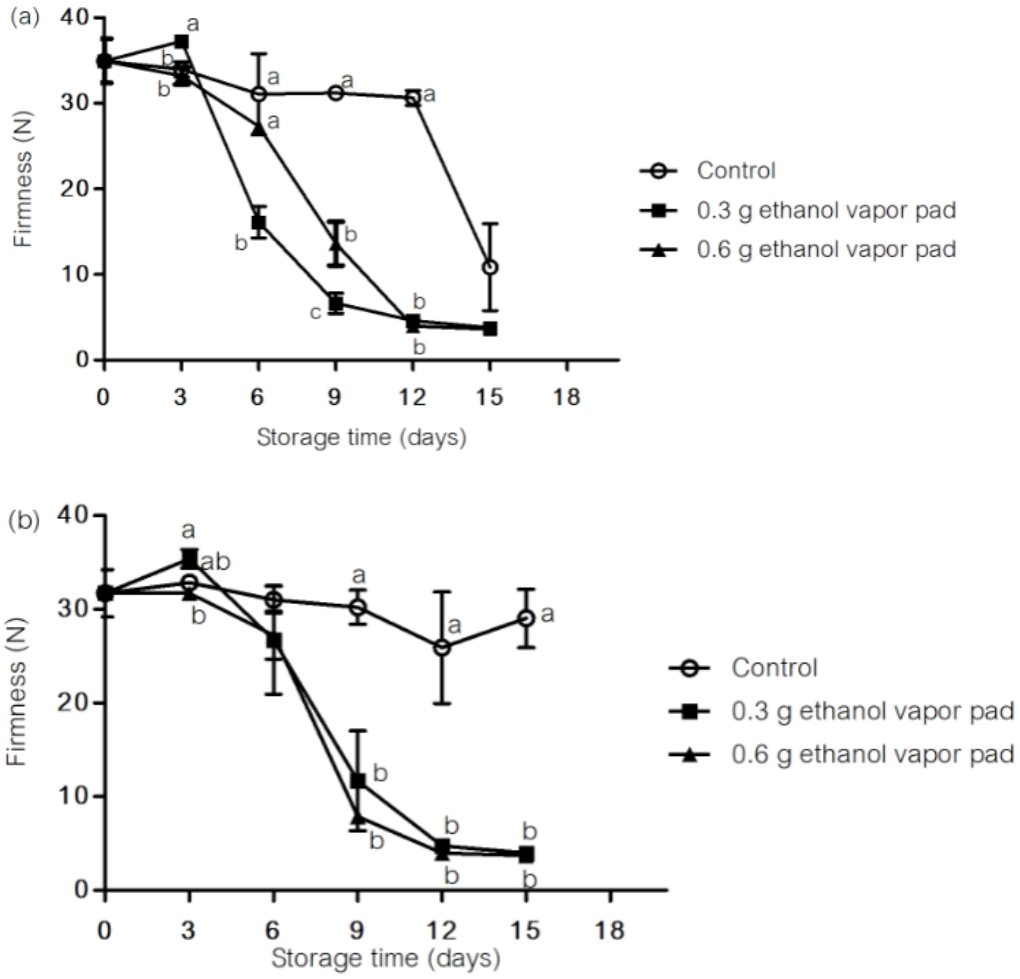


Figure 3 Flesh firmness of (a) 'Khai' and (b) 'Namwa' cultivar treated with 0.3 g ethanol pad, 0.6 g ethanol pad and untreated control during storage at 13°C for 15 days. Data are the means ± SE of three replicates.

CONCLUSION

The ability of ethanol vapor pad in maintaining postharvest quality banana through delaying the ripening process was dependent on the concentration and some other factor such as the cultivar. Ethanol treated banana showed low values for weight loss and color difference, specifically 0.3 g ethanol pad, compared to the untreated banana. However, low values of flesh firmness for EVRP treated bananas were observed. Further study is required to determine precisely on the mechanism of ethanol vapor on postharvest quality of banana.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Postharvest Technology Innovation Center for providing all research instruments and King Mongkut's University of Technology Thonburi for supporting the Multi – Intellectual Scholarship. Also thanks to Freund Industries, Co. Ltd., Japan for supporting the ethanol vapor releasing pad.

REFERENCES

Agravante, J., T. Matsui, and H. Kitagawa. 1990. "Effect of ethanol on ripening and amylase activity of banana". **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi** 37(3): 235-238.

Aguilar-Mendez, M. A., S.A. Tomas, A. Cruz-Orea, and M.R. Jaime-Fonseca. 2008. "Gelatine–starch films: physicochemical properties and their application in extending the post-harvest shelf life of avocado (*Persea americana*)". **Journal of the Science of Food and Agriculture** 88(2): 185–193.

Asoda, T., H. Terai, M. Kato, and Y. Suzuki. 2009. "Effects of postharvest ethanol vapor treatment on ethylene responsiveness in broccoli". **Postharvest Biology and Technology** 52: 216-220.

Bagnato, N., A. Klieber, R. Barrett, and M. Sedgley. 2002. 'Effect of ethanol vacuum infiltration on the ripening of Cavendish bananas var. 'Williams' harvested throughout the year". **Australian Journal of Experimental Agriculture**. 42: (in press).

Beaulieu, J.C., and M.E. Saltveit. 1997. "Inhibition or promotion of tomato fruit ripening by acetaldehyde and ethanol is concentration dependent and varies with initial fruit maturity". **Journal of the American Society for Horticultural Science** 122: 392-398.

Finney, E.E., Jr., I. Ben-gera, and D.R. Massie. 1967. "An objective evaluation of changes in firmness of ripening bananas using a sonic technique". **Journal of Food Science** 32:.642–646.

Golding, J.B., D. Shearer, S.G. Wyllie, and W.B. McGlasson. 1998. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit". **Postharvest Biology and Technology** 14: 87-98.

Opio, P. *et al*. 2015. "Postharvest Ethanol Vapor Treatment Delays Chloropyhll Degredation and Maintains Quality of Thai Lime (*Citrus aurantifolia Swingle* cv. Paan) Fruit". **KMUTNB: International Journal of Applied Science and Technology** 46(3): 173-176.

Roy, J.K. *et al*. 2017. "Effect of ethanol vapor on ripening of tomato". **Agricultural Engineering International: CIGR Journal Open** 19(2): 168-175.

Saltveit, M.E. Jr., and A.R Sharaf. 1992. "Ethanol inhibits ripening of tomato fruit harvested at various degrees of ripeness without affecting subsequent quality". **Journal of the American Society for Horticultural Science** 117: 793-798.

Salvador, A., T. Sanz, and S.M. Fiszman. 2007. "Changes in colour and texture and their relationship with eating quality during storage of two different dessert bananas". **Postharvest Biology and Technology** 43: 319-325.

Seberry, J.A., and D.R. Harris. 1993. "Factors affecting shelf life of Cavendish bananas". **Australasian Postharvest Conference: Gosford, NSW**. 387-391.

Wills, R.B.H., A. Klieber, R. David, and M. Siridhata. 1990. "Effect of brief pre-marketing holding of bananas in nitrogen on time to ripen". **Australian Journal of Experimental Agriculture** 30: 579-581.

Yahia, E.M. 1998. "Modified and controlled atmosphere for tropical fruits". **Horticulture Reviews** 22l: 123-184.

การประเมินปริมาณโปรตีนพืชวงศ์ถั่วโดยใช้เทคนิคการไม่ทำลายตัวอย่างด้วย Near Infrared Spectroscopy

Non-destructive Evaluation of Protein in Legumes using Near Infrared Spectroscopy

ภัควิไล ยอดทอง[1*] และ จารุวรรณ บางแวก[1]

Yodthong, P.[1*] and Bangweak, J.[1]

บทคัดย่อ

การประเมินปริมาณโปรตีนในพืชวงศ์ถั่ว โดยใช้สมการที่สร้างขึ้นด้วยวิธี Near Infrared Spectroscopy (NIR) พบว่า สมการจากเมล็ดถั่วเหลือง ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วลิสง ที่ไม่ผ่านการบดที่ช่วงคลื่น 1000-2500 nm จำนวน 100 ตัวอย่าง มีค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ (R) 0.98 มีค่าความคลาดเคลื่อนในการประเมิน (Standard Error of Prediction, SEP) 1.64 ซึ่งต่ำกว่าค่าความคลาดเคลื่อน (Standard Deviation, SD) ที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (7.89) และมีค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของกลุ่มตัวอย่างสร้างสมการแคลิเบรชั่น (Standard Error of Calibration, SEC) 1.36 เมื่อนำสมการที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทำนายปริมาณโปรตีน ในตัวอย่างเมล็ดถั่วเหลือง ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วลิสง พบว่าเมื่อนำผลการประเมินด้วย Near Infrared Spectroscopy และผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ของโปรตีนระหว่าง 2 วิธี ได้ค่าความสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.99 ซึ่งพบว่าทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์กัน สามารถใช้แทนกันได้ดี สามารถนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพในพืชวงศ์ถั่วได้ปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำ

ABSTRACT

Non-destructive method for protein determination in legumes was developed using near infrared spectroscopy (NIR) technique. The wave length region 1000-2500 nm was used. One hundred samples of legumes were used to create an effective model for quality evaluation. Protein equation in legumes had high regression correlation (R), of 0.98 and low standard error of prediction (SEP) of 1.64, which was lower than standard deviation (SD) from the laboratory method (7.89) and also low standard error of calibration (SEC) of 1.36. After that, qualities of legume samples were analyzed using NIR technique compared with the laboratory method,. Proteins from the two methods had high regression correlation (R) of 0.99,. That both methods were related and could be used as well as good representation in legumes to assess the quality. Similar quantity, accurate values.

Key Words: legumes, protein, near infrared spectroscopy

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

[1]กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลผลิตการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1]Postharvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture, Bangkok 10900

คำนำ

ถั่วที่เราบริโภคกันโดยทั่วไป แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ถั่วฝักเมล็ดไม่กลม (Bean) รับประทานได้ทั้งฝักหรือรับประทานเฉพาะเมล็ด ถั่วฝักเมล็ดกลม (Pea) รับประทานฝักสดที่ยังไม่แก่เต็มที่ และสุดท้าย ถั่วเมล็ดแบน (Lentil) ลักษณะเมล็ดแบนคล้ายนัยน์ตาคน มีหลายสี ถั่วทั้ง 3 กลุ่มนี้ยังสามารถแบ่งได้อีกเป็น 2 ชนิด คือ ถั่วน้ำมัน (Oilseed legume) มีโปรตีนและไขมันสูง สะสมพลังงานในรูปของไขมัน เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง อีกชนิดหนึ่งคือ ถั่วพัลส์ (Pulse) มีโปรตีนสูงแต่ไขมันต่ำ สะสมพลังงานในรูปของคาร์โบไฮเดรต ในเมล็ดจึงมีแป้งสูง และเก็บเกี่ยวในรูปของถั่วเมล็ดแห้ง เช่น ถั่วเขียว ถั่วขาว ถั่วแดง ถั่วแดงหลวง ถั่วลูกไก่ และถั่วเลนทิล (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2559)

ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุกมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Glycine max* (L.) Merrill เป็นพืชตระกูลถั่ว (Leguminosae) เมล็ดแห้งจากถั่วเหลืองจัดเป็นถั่วเมล็ดแห้ง (legume) ซึ่งอยู่ในกลุ่มพืชน้ำมัน (oil crop) นำไปใช้เป็นวัตถุดิบ เพื่อการสกัดเป็นน้ำมันถั่วเหลือง และยังนำมาแปรรูป (food processing) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลาย เพื่อเป็นแหล่งโปรตีน เช่น โปรตีนเกษตร (textureized vegetable protein) โปรตีนถั่วเหลือง และผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากถั่วเหลือง เช่น ซี้อิ้ว (fermented soy sauce) เต้าเจี้ยวมิ โซะ เต้าหู้ยี้ เทมเป้ ถั่วเน่า เป็นต้น (อาวุธ, 2561)

ถั่วแดง (Kidney bean) ชื่อวิทยาศาสตร์ของถั่วแดง คือ Phasecolus vulgaris L. พืชตระกลูถั่วสมุนไพรที่มีโปรตีนสูง ช่วยขับพิษในร่างกาย ช่วยบำรุงระบบทางเดินอาหาร ช่วยขับถ่าย ช่วยย่อยอาหาร ป้องกันท้องผูก ลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง เป็นพืชวงศ์ถั่วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจบนพื้นที่สูงอีกชนิดหนึ่ง ที่มูลนิธิโครงการหลวงได้ส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูก (วีรพันธ์ และคณะ, 2554) เป็นแหล่งโปรตีน อุดมด้วยแอนโทไซยานิน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ชะลอการเกิดโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือดและโรคหลอดเลือดหัวใจแข็งตัว (มาฤดี และคณะ, 2556)

ถั่วดำ *(Vigna sinensis*) เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งของโปรตีน สตาร์ช ใยอาหาร นอกจากนี้ยังมีสารประกอบฟีนอลและแอนโทไซยานินซึ่งมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (กุลยา และอโนชา, 2557)

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย การใช้ประโยชน์จากถั่วลิสงส่วนใหญ่ใช้เพื่อการบริโภคเนื่องจากมีรสชาติอร่อยมีกลิ่นเฉพาะตัว และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณของโปรตีนและไขมันที่เป็นประโยชน์สูง1 นอกจากนี้ ถั่วลิสงยังมีสารสำคัญ เช่น สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound)ที่พบมากที่เยื่อหุ้มของเมล็ดถั่วลิสง2 ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกเหล่านี้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอันเป็นสาเหตุ เป็นต้น (ปลุกดิน และคณะ, 2016)

ถั่วเขียว (Mungbean) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna radiata* (L.) Wilczek จัดอยู่ในกลุ่มพืชที่ผลิตเพื่อใช้ประโยชน์ภายในประเทศด้วยการบริโภคโดยตรง และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ถั่วเขียวจัดเป็นพืชที่มีศักยภาพในอนาคต เพราะมีปริมาณความต้องการใช้ภายในประเทศเพิ่มขึ้นทุกปี มีการนำถั่วเขียวไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมที่สำคัญ ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตวุ้นเส้นซึ่งมีมูลค่าการตลาดประมาณ 2,500 ล้านบาท/ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากความต้องการบริโภควุ้นเส้นเนื่องจากวุ้นเส้นที่ผลิตจากถั่วเขียวมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำสุดซึ่งเป็นผลดีกับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน และโรคหัวใจ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ด้วย (อารดา และคณะ, 2559)

คุณภาพของผลิตผลและผลิตภัณฑ์เกษตร เช่น ปริมาณแป้ง โปรตีน ไขมัน น้ำตาล สารพิษ เชื้อโรค แมลง และอื่น ๆ เป็นลักษณะสำคัญที่บ่งบอกถึงคุณภาพของผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภค ก่อนที่จะนำไปบริโภค หรือเพื่อดูคุณภาพวัตถุดิบ หรือ ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะงานตรวจวิเคราะห์ที่เป็นงานประจำ (routine) หรือในอุตสาหกรรมที่ต้องมีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบก่อนเข้าผลิต หรือคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพเป็นสิ่งที่ยุ่งยาก มีการใช้สารเคมี ขั้นตอนและการเตรียมวัสดุในการวิเคราะห์ยุ่งยากทำให้ใช้เวลามาก ทั้งผู้วิเคราะห์ต้องใช้ความรู้และประสบการณ์สูง และต้องทำลายตัวอย่าง (อนุวัฒน์ และ คณะ, 2558)

เทคนิค NIR Spectroscopy เป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ วิธีนี้มีการใช้กันมานานอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีน เกาหลี โดยใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ในประเทศญี่ปุ่น ได้นำเอาเทคนิค NIR Spectroscopy มาคัดเลือกความหวานของส้ม (Tsuchikawa et al., 2003) แอปเปิ้ล (Iyo and Kawano, 2001) พีช (Slaughter, 1995; Peiris et al., 1997), เชอรี่ (Lu, 2001) และ เมลอน (Dull et al., 1989; Dull et al., 1992; Ito et al, 2002; Guthrie et al., 2006) การตรวจสอบปริมาณโปรตีนในอาหาร หลากหลายชนิด เช่น ข้าว บาร์เล่ย์ ข้าวมอลล์ ข้าวโอ๊ต (Gunasekaran, 2001)

เทคนิค NIR Spectroscopy เป็นเทคนิคที่ไม่ทำลายตัวอย่าง ใช้หลักการการสร้างสมการจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of correction) หรือ R ระหว่างค่าการดูดซับแสง Near Infrared ที่ส่องผ่านวัตถุที่ต้องการวิเคราะห์จำนวนหนึ่ง และค่าที่วิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ เมื่อได้สมการที่มีค่าความสัมพันธ์สูง ค่าความคลาดเคลื่อนในการประเมิน (Standard Error of Prediction, SEP) ต่ำ ก็นำสมการนี้ใช้ทำนายค่าของตัวอย่างแทนการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งข้อได้เปรียบของการใช้เทคนิค NIRS เป็นวิธีทดสอบที่ไม่ทำลายตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์ที่รวดเร็ว ประหยัดเวลา และปลอดภัย

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในถั่วสามารถทำได้ด้วยวิธีการทางเคมีซึ่งมีต้นทุนการวิเคราะห์สูง และต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างนานใช้เครื่องมือ สารเคมี และอุปกรณ์มาก การใช้หลักการของ รังสี Near Infrared Spectroscopy ที่มีช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 800 – 2500 นาโนเมตร ที่มีต้นทุนที่น้อยกว่า วิธีการสะดวก และใช้ระยะเวลาสั้น (ศุมาพร,2552) การทำงานของเครื่อง NIR spectrometer อาศัยการดูดกลืนพลังงานแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่นของสารแต่ละชนิดมีไม่เท่ากัน และนำค่าความเข้มแสงที่ได้ในแต่ละความยาวคลื่นมาเขียนกราฟโดยใช้แกนนอนเป็นค่าความยาวคลื่น แกนตั้งเป็นค่าการดูดกลืนแสง จะได้กราฟการดูดกลืนแสงของตัวอย่างนั้น ๆ (ศิวลักษณ์, 2552) และนำข้อมูลไปวิเคราะห์กับค่าที่ได้ในห้องปฏิบัติการ สามารถสร้างสมการทำนายและนำสมการที่ได้มาทำนายค่าของวัตถุที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นวิธีการที่สะดวกและมีความแม่นยำสูง ไม่มีการทำลายตัวอย่าง และค่าใช้จ่ายต่ำ

Zhu et al. (2018) ได้ทำการประเมินคุณภาพของถั่วเหลืองโดยใช้ near-infrared spectroscopy โดยที่เก็บรวบรวมตัวอย่างจากพื้นที่ที่แตกต่างกันจำนวน 360 ตัวอย่าง นำมาสร้างแบบจำลองของความชื้น, ไขมันดิบ, และปริมาณโปรตีน การวิเคราะห์การสร้างแบบจำลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การตรวจสอบความถูกต้องข้ามภายใน (rcv) สำหรับความชื้นไขมันดิบและปริมาณโปรตีนของถั่วเหลืองได้ 0.965, 0.941, และ. 0.949 ตามลำดับและสัมประสิทธิ์การวัด (R2) เป็น 0.966, 0.958 และ 0.958

Rocha dos Santos et al. (2018) ได้ทำการประเมินคุณภาพของถั่วเหลืองโดยใช้ near-infrared spectroscopy เพื่อใช้ทำนายไขมันทั้งหมด โปรตีนดิบและปริมาณความชื้นในถั่วเหลืองบด 300 ตัวอย่าง ถูก

นำมาใช้สำหรับการอ้างอิงและการวัดสเปกตรัม รุ่น PLS สำหรับไขมันทั้งหมด, โปรตีนดิบ, และความชื้นได้รับการตรวจสอบเพื่อความถูกต้องและความแม่นยำ 0.75 และ 0.67 ตามลำดับ สำหรับไขมันทั้งหมด 0.51 และ 0.46 สำหรับโปรตีนดิบ, และ 0.97 และ 0.99 สำหรับความชื้น สามารถนำมาใช้เป็นวิธีการทางเลือกสำหรับการกำหนดพารามิเตอร์ทางกายภาพ

Wang et al. (2014) ใช้ nirs ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของการทำเมล็ดถั่วสำหรับโปรตีน, แป้ง, น้ำมัน, และโพลีฟีนทั้งหมดโดยใช้ 244 ตัวอย่างจากการผลิตสิบสองภูมิภาคถูกวัดทั้งผงแป้งและรูปแบบเมล็ดเหมือนเดิม. การถดถอยอย่างน้อยบางส่วน (PLS) ถูกนำมาใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลอง มีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ (r2) 0.97, 0.93 และ 0.89 ตามลำดับ

ดังนั้นการศึกษาวิธีการประเมินปริมาณโปรตีนพืชวงศ์ถั่วด้วยเครื่อง Near Infrared Spectroscopy จึงเป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้เปรียบเทียบกับวิธีในห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นวิธีการเดิมซึ่งต้องใช้เวลานานและต้องใช้สารเคมีในการวิเคราะห์

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมตัวอย่างเมล็ดถั่ว จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วลิสง ถั่วเขียว และถั่วเหลือง เนื่องจากเป็นถั่วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและมีปริมาณโปรตีนสูง โดยนำไปเป่าฝุ่นทำความสะอาดและกำจัดสิ่งปนเปื้อนออก

นำเมล็ดถั่วไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Near Infrared Spectroscopy ที่ความยาวคลื่น 800 – 2500 nm จากนั้นนำตัวอย่างไปบดให้ละเอียดและวัดค่าการดูดกลืนแสงอีกครั้ง นำตัวอย่างดังกล่าวไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในห้องปฏิบัติการด้วย kjeldalh method (พันทิพา, 2546)

นำ spectra ที่ได้ไปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธี Partial Least Square (PLS) จากโปรแกรมสำเร็จรูป The Unscrambler (บริษัท Camo Oslo ของประเทศ, นอร์เวย์) ทำการคัดเลือกสมการโดยพิจารณาค่า Standard Error of Calibration (SEC) และค่า Correlation Coefficient (R) โดยนำข้อมูลที่ได้มาสร้างสมการ จากนั้นตรวจสอบความแม่นยำของสมการที่สร้างขึ้นโดยเปรียบเทียบค่า Standard Error of Prediction (SEP) และ Bias

ทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสมการที่ได้จาก Near Infrared Spectroscopy กับวิธีวิเคราะห์ทางเคมี โดยสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วสายพันธุ์ต่าง ๆ ดังนี้ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 3 เชียงใหม่ 4 เชียงใหม่ 5 เชียงใหม่ 6 เชียงใหม่ 60 เชียงใหม่ 84-2 สุโขทัย 1 สุโขทัย 2 สุโขทัย 3 ศรีสำโรง 1 สจ. 4 CM9515-3 ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 กำแพงแสน 1 ชัยนาท 72 ชัยนาท 80 ชัยนาท 84-1 พิษณุโลก 2 มทส. 1 มอ.1 อู่ทอง 1 ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ขอนแก่น 6 ขอนแก่น 84-7 ขอนแก่น 84-8 ถั่วแดง และ ถั่วดำ จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร ในฤดูกาลผลิต 2555-2558 มาเป็นตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพของสมการและทำการปรับปรุงสมการ ทดสอบความแม่นยำของสมการโดยใช้สมการทำนายปริมาณโปรตีนพืชในถั่วทั้ง 5 ชนิด เทียบกับผลวิเคราะห์ที่ได้โดยวิธีทางเคมี

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณสมบัติของตัวอย่างที่ใช้ในการทำสมการ

ใช้ตัวอย่างถั่ว 5 ชนิดได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 3 เชียงใหม่ 4 เชียงใหม่ 5 เชียงใหม่ 6 เชียงใหม่ 60 เชียงใหม่ 84-2 สุโขทัย 1 สุโขทัย 2 สุโขทัย 3 ศรีสำโรง 1 สจ. 4 CM9515-3 ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 กำแพงแสน 1 ชัยนาท 72 ชัยนาท 80 ชัยนาท 84-1 พิษณุโลก 2 มทส. 1 มอ.1 อู่ทอง 1 ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ขอนแก่น 6 ขอนแก่น 84-7 ขอนแก่น 84-8 ถั่วแดง และ ถั่วดำ ในการทำสมการโปรตีนจำนวน 150 ตัวอย่าง ซึ่งแบ่งออกเป็นถั่วชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง โดยมีค่าโปรตีนตั้งแต่ 18.80 – 43.85 % (Table 1) โดยใกล้เคียงกับจารุวรรณ และคณะ (2558) ซึ่งทำการประเมินคุณภาพแป้งฟลาวโดยใช้เทคนิค NIR spectroscopy

Table 1 Protein (%) of Legume samples used for model construction by laboratories method (kjeldalh method)

Type of bean	No. of sample	Max. value	Min. value
Red Kidney bean	30	24.35	18.80
Black seeded race	30	26.38	20.86
Soy bean	30	43.85	36.03
Mung bean	30	27.71	22.73
Peanut	30	31.72	19.69

ค่าการดูดซับแสงที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ ของตัวอย่าง

นำตัวอย่างถั่วไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Near Infrared Spectroscopy ที่ความยาวคลื่น 800 – 2500 nm พบว่า ความยาวคลื่นมีค่าการดูดซับแสงที่ 928 1198 1215 1470 1980 2050 และ 2110 นาโนเมตร ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับพันธะของ oil, RH_2, CH_2, CONHR, Protein, และ $CONH_2$ ตามลำดับ (Osborne, 1993) (Figure 1)

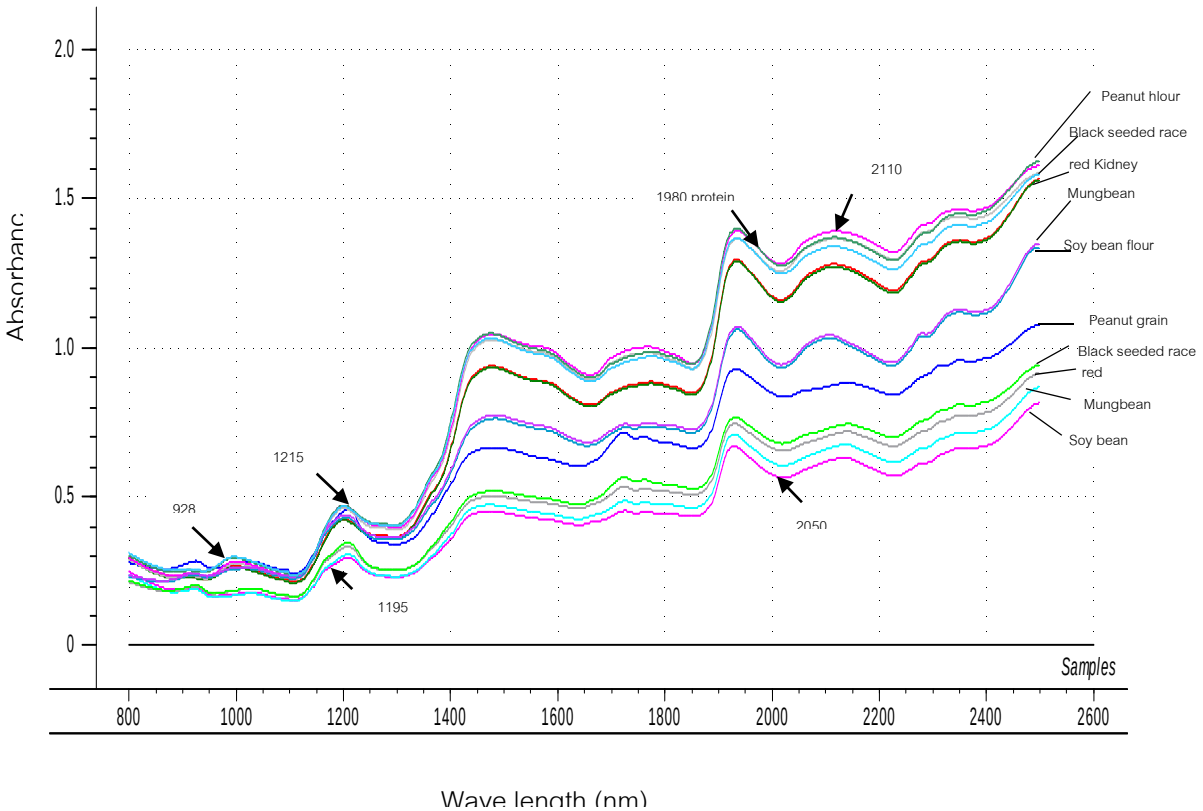


Figure 1 Near-infrared spectra obtained from legume samples.

การทำ Calibration ด้วย Partial Least Square Regression

จากการทำ calibration ปริมาณโปรตีน ในพืชวงศ์ถั่ว ด้วยวิธี Partial Least Square Regression (PLSR) ทำการวิเคราะห์แบบ Full cross-validation โดยการใช้สเปกตรัมดั้งเดิม (original spectrum) ที่ความยาวคลื่นช่วง 800-2500 นาโนเมตร พบว่า

มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of correlation, R) ของค่าโปรตีน เท่ากับ 0.98 มีค่าความคลาดเคลื่อนในการประเมิน (Standard Error of Prediction, SEP) 1.64 ซึ่งต่ำกว่าค่าความคลาดเคลื่อน (Standard Deviation, SD) ของข้อมูลที่วิเคราะห์ (7.89) และมีค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของกลุ่มตัวอย่างสร้างสมการแคลิเบรชั่น –(Standard Error of Calibration, SEC) 1.36 (Table 2) เมื่อนำสมการที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทำนายปริมาณโปรตีนในตัวอย่างเมล็ดถั่วทั้ง 5 ชนิด พบว่าเมื่อนำผลการประเมินด้วย Near Infrared Spectroscopy และผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ของโปรตีนของถั่วระหว่าง 2 วิธี ได้ค่าความสัมพันธ์ —(R)- 0.99 (Figure 2) ซึ่งพบว่าทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์กันสามารถใช้แทนกันได้ค่อนข้างดี สามารถนำไปใช้ในการประเมินปริมาณโปรตีนในพืชวงศ์ถั่วได้ปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำ ทั้งยังใช้ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าด้วย

Table 2 Results of PLSR calibration for component determinations in legumes.

Constituent	Wavelength (nm)	No. of samples	R	SEC	SEP	Bias	F	SD
Protein (%)	800-2500	150	0.98	1.36	1.64	0.015	10	7.89

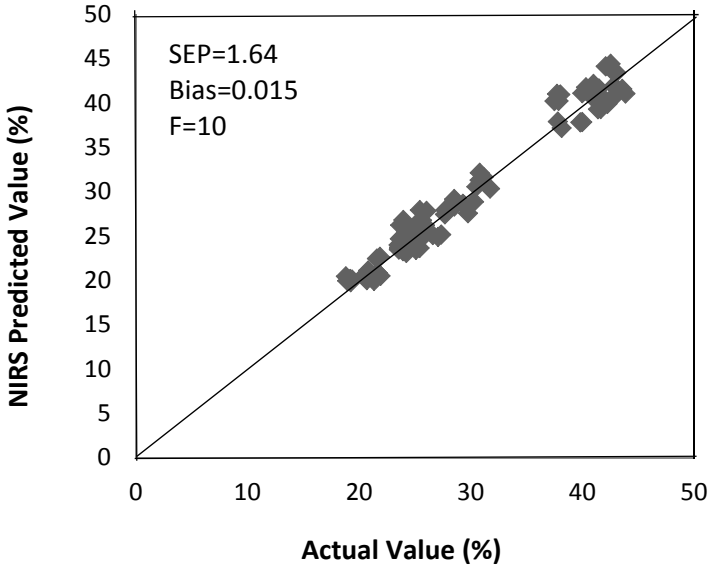


Figure 2 Scatter plot of Protein content in legume.

สรุป

จากการศึกษาพบว่า เทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIRS) เป็นเทคนิคการตรวจหาปริมาณปริมาณโปรตีนในพืชวงศ์ถั่วได้ โดยใช้ช่วงคลื่น 800 – 2500 นาโนเมตร และใช้สเปกตรัมดั้งเดิม (original spectra) ซึ่งสามารถนำมาใช้ทดแทนการวิเคราะห์ทางเคมีได้

เอกสารอ้างอิง

กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ อโนชา สุขสมบูรณ์. 2557. **ผลของการทดแทนแป้งถั่วดำต่อคุณภาพของพาสต้าข้าวเจ้าที่ผลิตโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชั่น**. ว. วิทย์. กษ. 45(2)(พิเศษ): 541-544

จารุวรรณ บางแวก อนุวัฒน์ รัตนชัย และ จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ. 2558. **การประเมินคุณภาพแป้งฟลาวโดยใช้เทคนิค NIR Spectroscopy**. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2558 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. 314-325

ปลุกดิน ขยันงาน สนั่น จอกลอย นันทวุฒิ จงรั้งกลาง. 2016. **การตอบสนองทางสรีรวิทยาและผลผลิตของถั่วลิสงต่างสายพันธุ์ต่อปุ๋ยอินทรีย์**. J Sci Technol MSU. 35(4): 393-404

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2546. **ทฤษฎีและวิธีการวิเคราะห์อาหารและอาหารสัตว์**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ อำนาจ คูตะลู ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์ กรุณาวงษ์กระจ่าง และ ชมดาว สิกขะมณฑล. 2556. **การผลิตอาหารเพื่อสุขภาพจากถั่ว 5 สีสำหรับผู้สูงวัยด้วยกรรมวิธีเอ็กซ์ทรูชัน**.

วีรพันธ์ กันแก้ว สุทัศน์ จุลศรีไกวัล สุรัตน์ นักหล่อ พิชัย สุรพรไพบูลย์ พรรณธิภา ณ เชียงใหม่ วิมล ปันสุภา และ สุมินทร์ สมุทคุปติ์. 2554. **การคัดเลือกถั่วแดงหลวงสายพันธุ์ดี**. แก่นเกษตร 39 ฉบับพิเศษ 3 : 335-341

ศุมาพร เกษมสำราญ. 2552. **หลักพื้นฐานของเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี**. การอบรมเชิงปฏิบัติการการตรวจสอบสินค้าเกษตรโดยไม่ทำลายด้วยวิธี Near Infrared Spectroscopy (NIR Workshop). สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์. 2552. **เครื่อง NIR spectrometer -Instrumentation for NIR spectroscopy**. การอบรมเชิงปฏิบัติการการตรวจสอบสินค้าเกษตรโดยไม่ทำลายด้วยวิธี Near Infrared Spectroscopy (NIR Workshop). สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2559. **มหัศจรรย์แห่งถั่วเมล็ดแห้ง**. สืบค้นจาก www.thaihealth.or.th วันที่ 25 มิถุนายน 2559

อนุวัฒน์ รัตนชัย นฤเทพ เวชภิบาล และจารุวรรณ บางแวก. 2558. **การประเมินคุณภาพแป้งในพืชไร่ชนิดต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคการไม่ทำลายตัวอย่างด้วย Near Infrared Spectroscopy**. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2558 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. 355-375

อาวุธ ณ ลำปาง. 2561. ชนิดของพืชน้ำมันที่เพาะปลูกในประเทศไทย. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 19. www.kanchanapisek.or.th วันที่ 19 ธันวาคม 2561

อารดา มาสริ สุมนา งามผ่องใส ชูชาติ บุญศักดิ์ ปวีณา ไชยวรรณ์ สุวิมล ถนอมทรัพย์. 2559. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่วเขียวในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน**. วารสารวิชาการเกษตร 34(1): 95-106

Dull GG, Birth GS, Smittle DA, Leffler RG. 1989. Near Infrared Alaysis of soluble solids in iuntatc Cantaloupe. **Food Sci. *J.*** 54: 393-395.

Dull GG, Leffler RG, Birth A, Smittle A. 1992. Instruments for non-destructive measurement of soluble solids in honeydew melons. **Transactions of the ASAE. *J.*** 35: 735-737.

Gunasekaran, S. 2001. Nondestructive Food Evaluation: Techniques to Analyze Properties and Quality Food Science and Technology. Marcel Dekker, Inc.: New York. 440 p.

Guthrie JA, Liebensberg CJ, Walsh KB. 2006. NIR model development and robutness in prediction of melon fruit total soluble solids. **Australian J. Agric. *J.*** 57: 411-418.

Ito H, Morimoto S, Yamuchi R, Ippoushi K, Azuma K, Higashio H. 2002. Potential of near infrared spectroscopy for non-destructive estimation of soluble solids in watermelons. In Proceedings of the Second International Symposium on Cucurbits,

Tsukuba, Japan, 28 September to 1 October, 2001. **Acta Horticulturae** 588: 353-356.

Iyo C, Kawano S. 2001. Predicting Brix values of stored apples using near infrared spectra. **J. Japanesse. Soc. Hort. Sci. *J.*** 70: 510-515.

Lu R. 2001. Predicting firmness and sugar content of sweet cherries using near infrared diffuse reflectance spectroscopy. **Transactions of the ASAE. *J.*** 44: 1265-1271.

Osborne, B.G., T. Fearn, P.H. Hindle. 1993. "Practical NIR Spectroscopy with applications in food and beverage analysis", 2nd Edition. **Longman Scientific and Technical**, Singapore. 227.

Peiris KHS, Dull GG, Leffler RG, Kays SJ. 1997. Nondestructive determination of soluble solids content of peach by near infrared spectroscopy. Sensors for Nondestructive Testing. Measuring the Quality of Fresh Fruits and Vegetables. **Proceedings from the Sensors for Nondestructive Testing International Conference and Tour Holiday Inn International Drive Resort. Orlando, Florida.** February 18-21, 1997: 440 p.

Slaughter, D.C., 1995. Nondestructive determination of internal quality in peaches and nectarines. **Trans. ASAE. *J.*** 38: 617-623.

Tsuchikawa S, Sakai E, Inoue K. 2003. Application of Time-of-flight Near Infrared Spectroscopy to detect sugar and acid content in Satsuma mandarin. **Amer. Soc. Hort. Sci. *J.*** 128: 391-396.

Wang, J., L. Hao and G. Ren. 2014. Near-infrared spectroscopy (NIRS) evalution and regional analysis of Chinese faba bean (*Vicia faba* L.). **The Crop Journal**. 2(1):28-37.

Zhu, Z., S. Cheng, C. Xing and J. Yuan. 2018. Determination of soybean routine quality parameters using near-infrared spectroscopy. **Food Sci Nutr**. 6(4):1109-1118.

Rocha dos Santos,L., M. de Souza Zangiromi, N. Oliveira, P. Valderrama ang P. Henrique Margo. 2018. Rapid non-invasive assessment of quality parameters in ground soybean using near-infrared spectroscopy. **Pesq.agropec.bras**. online-version.

การคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วลิสงเมล็ดขนาดกลางที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง

Selection of Medium-seeded Size Peanut Lines Having a High Yield Potential

เจตษฎา อุตรพันธ์[1*] ทรงยศ โชติชุติมา[1] อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช[1] สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์[1] ธนพล ไชยแสน[1] สุทัศน์ แปลงกาย[1] สิทธินันต์ จองโพธิ์[1] ประเสริฐ ถาหล้า[1] และ สุดาภรณ์ ทองแม้น[1]

Jetsada Authrapun[1*] Songyos Chotchutima[1] Udomsak Lertsuchatavanich[1] Sarawut Rungmekarat[1] Tanapon Chaisan[1] Sutus Pleangkai[1] Sitthinan Jongpho[1] Prasert Thala[1] and Sudaporn Thongman[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์ถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตสูง โดยทดสอบผลผลิตสายพันธุ์ดีเด่น ได้แก่ KUP11281, KUP11302, KUP12B35 และ KUP1284-2 เปรียบเทียบกับพันธุ์ไทนาน 9 และขอนแก่น 5 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ และดำเนินงานวิจัยที่สถานีทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 3 สถานี ฤดูแล้งปี 2559 และไร่นาเกษตรกรจำนวน 4 แปลง ฤดูฝนปี 2560 ผลการทดลองที่สถานีวิจัยพบว่า KUP11302 ให้ผลผลิตสูงสุด 399.7 กก./ไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ด 54.7 กรัม และมีจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงกว่าไทนาน 9 และขอนแก่น 5 โดยมีค่าเท่ากับ 2.2 เมล็ด ขณะที่ผลการทดลองในไร่นาเกษตรกรพบว่า KUP11302 มีผลผลิตสูงสุด 344.0 กก./ไร่ และน้ำหนัก 100 เมล็ด 51.9 กรัม จากการวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ด้วยวิธี GGE-biplot พบว่า KUP11302 ให้ผลผลิตสูงสุดและมีเสถียรภาพสูง ดังนั้นสายพันธุ์ดังกล่าวอาจมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงและการปรับตัวดี

ABSTRACT

The objective of this research was to select a high yielding peanut petite line. The elite lines consisted of KUP11281, KUP11302, KUP12B35 and KUP1284-2 were grown for yield trial compared to Tainan 9 and Khonkaen 5. The RCB with 3 replications were conducted and tested in three research stations of Kasetsart University in dry season 2015 and four farmer's fields in rainy season 2016. The results at the research stations showed that KUP11302 gave the highest yield (399.7 kg/rai) with 100 seed weight of 54.7 g, and number of seed per pod of this line was higher than Tainan9 and Khonkaen5, with an average of 2.2 seeds. While, the results in on-farm yield trial indicated that KUP11302 gave the highest yield (344.0 kg/rai) ,with 100 seed weight of 51.9 g. The results from stability analysis for pod yield using GGE-biplot revealed that KUP11302 was the highest yield and high stability. Therefore, this line might be a promising variety giving a good yield potential and good adaptability.

Keywords: *Arachis hypogaea L.*, *yield trial*, stability analysis, GGE-biplot

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

[1]คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900.

คำนำ

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นพืชน้ำมันและโปรตีนที่มีความสำคัญ ผลผลิตถั่วลิสงในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรปี พ.ศ. 2560 พบว่าประเทศไทยมีความต้องการใช้ปริมาณสูงถึง 112,114 ตัน ส่งผลให้มีการนำเข้าถั่วลิสงจากต่างประเทศคิดเป็นมูลค่ากว่า 2,416.09 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการเนื่องจากผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำ แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวคือ การปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงให้มีผลผลิตสูงขึ้น ควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วลิสงด้านต่างๆ ปัจจุบันมีถั่วลิสงหลายพันธุ์ที่พัฒนาโดยหน่วยงานราชการ ซึ่งมีทั้งพันธุ์เมล็ดโต (น้ำหนัก 100 เมล็ด มากกว่า 60 กรัมขึ้นไป) เช่น เกษตร 1 เกษตรศาสตร์ 50 และขอนแก่น 6 เป็นต้น และพันธุ์เมล็ดกลาง (น้ำหนัก 100 เมล็ด อยู่ระหว่าง 35 - 60 กรัม) เช่น ไทนาน 9 ขอนแก่น 4 และขอนแก่น 5 เป็นต้น โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงขนาดเมล็ดกลาง โดยคัดเลือกเชื้อพันธุกรรมพันธุ์ถั่วลิสงที่ปรับตัวได้ดีภายในประเทศและมีลักษณะดีเด่น กำหนดให้พันธุ์ไทนาน 9 กับขอนแก่น 5 ที่มีคุณภาพเมล็ดดีเป็นพันธุ์แม่ และพันธุ์ขอนแก่น 6 ที่ต้านทานต่อโรคยอดไหม้เป็นพันธุ์พ่อ ผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ดังกล่าว แล้วคัดเลือกด้วยวิธีคัดรวม (bulk method) ร่วมกับวิธีจดประวัติ (pedigree selection) และทดสอบผลผลิตตามลำดับขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ จนกระทั่งได้สายพันธุ์ดีเด่นจำนวนหนึ่งที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 และขอนแก่น 5 (ศรัญจิต, 2557) การทดสอบผลผลิตในหลายพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ก่อนการคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพเป็นพันธุ์แนะนำสู่เกษตรกร ทั้งนี้ผลที่ได้ประการหนึ่งคือปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (G x E interaction) และสามารถวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์พืชได้อีกด้วย (เจตษฎา, 2557) Oliveira and Godoy (2006) ทดสอบผลผลิตถั่วลิสงในหลายสภาพแวดล้อมและวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ (stability analysis) ด้วยวิธี AMMI พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในผลผลิตฝัก ทั้งนี้บางพันธุ์นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้วยังมีเสถียรภาพที่ดีอีกด้วย ขณะที่ เจตษฎา และคณะ 2559 ทดสอบผลผลิตถั่วลิสงจำนวน 6 สภาพแวดล้อมและวิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ด้วยวิธี GGE-biplot พบว่าวิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการวิเคราะห์หาเสถียรภาพของพันธุ์ ซึ่งสามารถระบุพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงรวมทั้งระบุการปรับตัวของพันธุ์ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้อีกด้วย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือทดสอบผลผลิตถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่นจำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ KUP11281, KUP11302, KUP12B35 และ KUP1284-2 เพื่อคัดพันธุ์ถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตที่ดีสำหรับส่งเสริมและแนะนำพันธุ์แก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบผลผลิตถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่นจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 4 สายพันธุ์ แบ่งเป็นสายพันธุ์ที่เกิดจากคู่ผสมระหว่างไทนาน9 กับขอนแก่น6 จำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ KUP11281 และ KUP11302 และสายพันธุ์ที่เกิดจากคู่ผสมระหว่างขอนแก่น 5 กับขอนแก่น6 ได้แก่ KUP12B35 และ KUP1284-2 โดยปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์แนะนำ 2 พันธุ์ ได้แก่ ไทนาน9 และขอนแก่น5 ที่สถานีวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3 สถานี ในฤดูแล้งปี 2559 (พ.ย. 59 –

มี.ค. 60) ได้แก่ 1) สถานีวิจัยลพบุรี อ.โคกเจริญ จ.ลพบุรี 2) สถานีวิจัยและพัฒนาอาชีพแก่เกษตรกร อ.โคกสำโรง จ.ลพบุรี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา และทดสอบในไร่นาเกษตรกรจังหวัดพิษณุโลกและสุโขทัยในฤดูฝน ปี 2560 (พ.ย. – ก.ย. 60) จำนวน 4 แปลง ได้แก่ ต. วังดินเหนียว อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก (L1) ต.ในเมือง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย (L2) ต.หนองกลับ อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย (L3) และ ต.เมืองเก่า อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย (L4) แต่ละแปลงวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (randomized completed block design) จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกข้อมูลความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มที่ 90 วันหลังปลูก ผลผลิตฝัก เปอร์เซ็นกะเทาะ น้ำหนัก 100 เมล็ด ดัชนีเก็บเกี่ยว และองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ ของถั่วลิสง ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อฝัก วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) ในลักษณะต่างๆ สหสัมพันธ์ (correlation) ตามวิธีของ Pearson ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิต โดยใช้โปรแกรม STAR (STAR, 2014) และวิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ด้วยวิธี GGE-biplot (Yan and Kang โดยใช้โปรแกรม PBTool (PBTool, 2014)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะต่างๆ ของถั่วลิสง 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ที่ทดสอบใน 3 สถานีวิจัยในฤดูแล้ง ปี 2559 (Table 1) พบว่า ความสูงต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก ดัชนีเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และผลผลิตฝักของพันธุ์ (genotype) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนจำนวนฝักต่อต้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ขณะที่ลักษณะอื่นๆ ไม่แตกต่างทางสถิติ และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมเฉพาะความสูงต้นเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตฝักและองค์ประกอบผลผลิตระหว่างสายพันธุ์กับไทนาน 9 และขอนแก่น 5 (Table 2) พบว่า KUP11302 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตฝักและดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าขอนแก่น 5 แต่ไม่ต่างจากไทนาน 9 โดยมีผลผลิตฝักเฉลี่ยเท่ากับ 399.7 กิโลกรัมต่อไร่ อีกทั้ง KUP11302 ยังมีจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้งสอง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.2 เมล็ดต่อฝัก จะเห็นได้ว่าสายพันธุ์อื่นๆ มีจำนวนเมล็ดต่อฝักอยู่ระหว่าง 1-2 เมล็ด เช่นเดียวกับไทนาน 9 และขอนแก่น 5 ที่เป็นพันธุ์แม่ในการปรับปรุงพันธุ์ แสดงให้เห็นถึงความดีเด่นของ KUP11302 ที่เหนือกว่าพันธุ์แม่ในลักษณะดังกล่าว จากการวิเคราะห์สหพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ (Table 4) พบว่า องค์ประกอบผลผลิตที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r^2) แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับผลผลิตฝัก ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.41, 0.57, 0.59 และ 0.50 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าลักษณะเหล่านี้มีส่วนสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตฝักของถั่วลิสง โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงต้องมีอัตราการสร้างฝักสูงด้วย ทั้งนี้ผลผลิตถั่วลิสงเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ หากสภาพแวดล้อมไม่เป็นตัวจำกัดก็จะขึ้นอยู่กับจำนวนฝักแก่ต่อต้น ซึ่งจำนวนฝักแก่ต่อต้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนฝักต่อต้น อัตราการเจริญของฝักและเมล็ด จำนวนเข็ม จำนวนและลักษณะการบานของดอก และอัตราการเจริญและพัฒนาของใบและต้น (Rathnakumar และคณะ, 2012)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะต่างๆ ของถั่วลิสง 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ที่ทดสอบในไร่นาเกษตรกร 4 แปลง ในฤดูฝน ปี 2560 (Table 3) พบว่าผลผลิตฝักและเปอร์เซ็นต์กะเทาะของพันธุ์แตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P > 0.01) โดย KUP11302 มีผลผลิตฝักสูงสุดเท่ากับ 344.0 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ KUP11281, ขอนแก่น 5, KUP12B35, KUP1284-2 และ ไทนาน 9 โดยมีค่าเท่ากับ 280.2, 272.8, 263.5, 260.8 และ 258.3 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 4) ในด้านของเปอร์เซ็นต์กะเทาะ ไทนาน 9 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 78.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ KUP11281, KUP12B35, KUP1284-2, ขอนแก่น 5 และ KUP11302 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ77.7, 76.4, 76.1, 74.9 และ 73.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 4) ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ดของพันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P < 0.01) ในผลผลิตฝักและมีนัยสำคัญ (P < 0.05) ในเปอร์เซ็นต์กะเทาะ แต่ไม่พบในน้ำหนัก 100 เมล็ด ส่วนอิทธิพลของสภาพล้อม (environment) พบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P < 0.01) ในเปอร์เซ็นต์กะเทาะและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05) ในน้ำหนัก 100 เมล็ด และไม่พบความแตกต่างทางสถิติในผลผลิตฝัก

จากการทดสอบผลผลิตของถั่วลิสง 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ในฤดูแล้งและฤดูฝน ปี 2559 – 2560 รวมทั้งสิ้น 7 สภาพแวดล้อม วิเคราะห์เสถียรภาพของพันธุ์ด้วยวิธี GGE-biplot (Figure 1) พบว่าเมื่อพิจารณาค่า PC1 (Figure 1A) ซึ่งเป็นค่าบ่งบอกถึงศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ ถ้าพันธุ์ใดมีค่า PC1 > 0 แสดงว่าเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ส่วนพันธุ์ที่มีค่า PC1 < 0 แสดงว่าเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำ จากภาพจะเห็นได้ว่า KUP11302 (G2) มีค่า PC1 มากกว่า 0 และมีค่าสูงสุด แสดงถึงเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง ส่วนพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ KUP11281 (G3), KUP12B35 (G4), KUP1284-2(G5) และขอนแก่น 5 (G1) มีค่า PC1 < 0 ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาค่า PC2 ซึ่งเป็นค่าบ่งบอกเสถียรภาพการให้ผลผลิต โดยพันธุ์ที่มีค่า PC2 เข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง จะเห็นได้ว่า KUP11302 นอกจากเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงแล้วยังมีเสถียรภาพสูงอีกด้วย ขณะเดียวกันจากการวิเคราะห์ศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อม (Figure 1B) พบว่า KUP11302 (G2) ให้ผลผลิตฝักสูงในหลายสภาพแวดล้อม ได้แก่ E1, E2, E5, E6 และ E7 แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับตัวที่ดี นอกจากนั้นจากการวิเคราะห์หาพันธุ์ในอุดมคติ (Figure 1C) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพโดยพันธุ์ที่อยู่บริเวณจุดศูนย์กลางภายในวงกลมจะเป็นพันธุ์ในอุดมคติ ผลวิเคราะห์พบว่า KUP11302 (G2) อยู่ในตำแหน่งใกล้จุดศูนย์กลางวงกลมมากที่สุด แสดงให้เห็นถึงศักยภาพและเสถียรภาพของผลผลิตฝักที่เหนือกว่าพันธุ์อื่น ทั้งนี้จากการทดสอบผลผลิตถั่วลิสงในหลายสภาพแวดล้อม โดยแต่ละพื้นที่ย่อมมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ทั้งภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสภาวะเครียดต่างๆ ปัจจัยเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามการเลือกวิธีวิเคราะห์ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้การคัดเลือกพันธุ์นั้นมีความแม่นยำมากขึ้น วิธี GGE-biplot นับเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อม

สรุป

จากการทดสอบผลผลิตถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่นจำนวน 4 สายพันธุ์ ทั้งในสถานีวิจัยและไร่นาเกษตรกร ฤดูแล้งและฝน ปี 2559 – 2560 รวมทั้งสิ้น 7 แปลง และวิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิตด้วยวิธี GGE-biplot สามารถสรุปได้ว่า KUP11302 อาจเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงรวมทั้งมีเสถียรภาพสูง โดยมีผลผลิตฝักเฉลี่ยเท่ากับ 367.9 กิโลกรัมต่อไร่ อีกทั้งยังมีลักษณะเด่นคือจำนวนเมล็ดต่อฝักมากกว่า 2 เมล็ด ซึ่งมากกว่าพันธุ์ไทนาน 9 และขอนแก่น 5

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และบริษัท โรงงานแม่รวย จำกัด ที่สนับสนุนทุนวิจัย และกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์จวงจันทร์ ดวงพัตรา ผู้ทรงคุณวุฒิภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาด้านการวิจัย และทีมวิจัยถั่วลิสงทุกท่าน

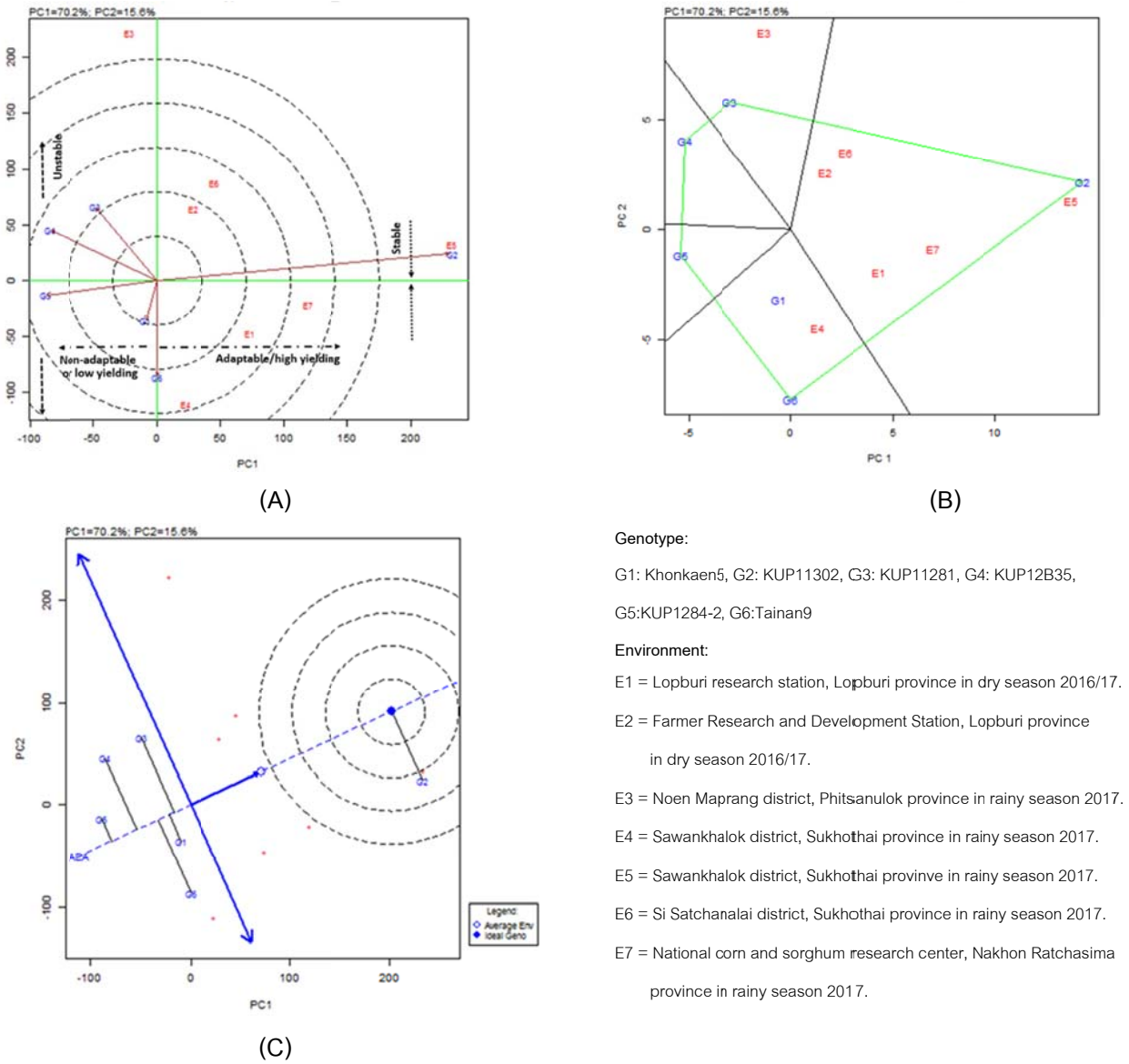


Figure 1 GGE-biplot based on genotype focused scaling for genotypes (A). Polygon views of the GGE-biplot based on symmetrical scaling for which-won-where pattern of genotypes and environment (B). GGE-biplot based on genotype focused scaling for comparison of the genotypes with ideal genotype (C).

Table 1 Combined analysis of variance for pod yield, shelling percentage, 100 seed weight, number of pods per plant, number of seeds per pod, main stem height, branch width and harvest index of 6 peanut lines and varieties evaluated across 3 locations in dry season 2016.

Source	df	Mean square								
		Main stem height	Branch width	Number of pods per plant	Seed weight per plant	Number of seeds per pod	100 seed weight	Harvest index	Shelling percentage	Pod yield
Environment (E)	2	680.459**	1065.650**	423.540**	562.112**	2.482**	709.420**	0.015**	122.280**	91949.749^{ns}
Genotype (G)	5	218.826**	69.135^{ns}	39.930*	15.371^{ns}	0.646**	36.717^{ns}	0.014**	16.395**	9625.365**
G x E	10	53.990*	15.207^{ns}	5.644^{ns}	18.882^{ns}	0.038^{ns}	19.762^{ns}	0.004^{ns}	3.043^{ns}	2515.107^{ns}
Pooled error	30	18.389	52.795	13.793	15.252	0.062	21.047	0.002	2.493	3974.815
CV (%)		11.58	12.19	23.53	32.42	14.67	8.99	13.59	2.11	18.63

* and ** = significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively, ns = non-significantly different; df = degree of freedom

Table 2 Mean of pod yield, shelling percentage, 100 seed weight, number of pods per plant, number of seeds per pod, and harvest index of 6 peanut lines and varieties evaluated across 3 locations in dry season 2016.

Variety	Main stem height (cm)	Branch width (cm)	Harvest index	Number of pods per plant	Seed weight per plant (g)	Number of seeds per pod	Shelling percentage	100 seed weight (g)	Pod yield (kg/rai)
KUP11302	39.3ab	60.4	0.39 a	14.80 ab	13.4	2.2 a	73.13 b	54.7	399.7a
KUP11281	33.0b	58.4	0.29 c	15.93 ab	11.1	1.6 b	74.90 ab	50.3	334.4b
KUP12B35	34.8b	60.1	0.32 bc	13.13 b	10.1	1.7 b	74.66 b	51.0	304.4b
KUP1284-2	31.5b	54.7	0.30 bc	17.90 ab	12.1	1.5 b	75.28 ab	49.0	321.6b
Tainan9 (check)	44.8a	61.9	0.36 ab	18.57 a	13.5	1.5 b	76.97 a	49.5	342.7ab
Khonkaen5 (check)	38.8ab	62.1	0.30 bc	14.39 ab	12.0	1.5 b	73.62 b	51.5	327.4b
Mean	37.0	59.6	0.33	15.79	12.0	1.7	74.76	51.0	338.4

Means with in each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level of probability

Table 3 Combined analysis of variance for pod yield, shelling percentage and 100 seed weight of 6 varieties across 4 locations evaluated at the 4 farmer's fields in rainy season 2017.

Source of variation	df	Pod yield		Shelling percentage		100 Seed weight	
		Sum square	Mean square	Sum square	Mean square	Sum square	Mean square
Environment (E)	3	12697.94	4232.64^{ns}	37.38	12.46*	2183.7256	727.90**
Genotype (G)	5	42095.33	8419.06**	130.26	26.05**	62.9535	12.59^{ns}
G x E	15	109066.80	7271.12**	81.26	5.41*	258.0106	17.20^{ns}
Pooled error	20	36467.56	1823.37	44.69	2.23	187.1842	9.35
CV (%)		15.25		1.97		5.90	

* and ** = significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively, ns = non-significantly different; df = degree of freedom

Table 4 Mean for pod yield, shelling percentage and 100 seed weight of 6 varieties evaluated in 4 farmer's fields during rainy season 2017.

Variety	Pod yield (kg/rai)					Shelling percentage (%)					100 seed weight (g)				
	L1	L2	L3	L4	Mean	L1	L2	L3	L4	Mean	L1	L2	L3	L4	Mean
KUP11302	288.2a	303.7	449.3a	334.7	344.0	74.3c	67.1a	74.9b	75.6ab	73.0	47.9	38.0	58.0	63.5	51.9
KUP11281	357.6a	264.3	215.0b	284.0	280.2	77.9ab	75.2b	74.9b	77.7a	77.0	48.6	45.5	61.0	59.5	53.7
KUP12B35	301.2a	239.7	187.5b	325.4	263.5	76.3abc	76.6a	77.3ab	76.3ab	76.4	46.8	44.5	56.5	61.5	52.3
KUP1284-2	298.8a	317.2	179.0b	248.4	260.8	76.1abc	76.5a	76.4ab	75.9ab	76.1	46.8	46.5	52.0	55.0	50.1
Tainan9 (check)	194.2b	295.7	239.1b	279.7	258.3	79.1a	75.8a	75.9b	78.5a	78.1	45.0	45.0	56.5	57.0	50.9
KhonKaen5 (check)	300.6a	342.6	240.9b	254.5	272.8	75.0bc	75.0a	75.2b	74.3b	74.9	45.3	43.0	61.0	60.5	52.5
Mean	290.1	293.9	251.8	287.8	279.9	76.5	74.4	76.5	76.4	75.9	46.8	43.8	57.5	59.5	51.9

Means with in each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level of probability

Table 5 Correlation coefficient among three yield component traits, harvest index, shelling percentage and pod yield evaluated across 3 locations in dry season 2016.

Traits	SW/PT	100SW	NS/PT	HI	%SH	PY
Number of pod per plant (NP/PT)	0.83**	0.34*	0.46**	-0.08	-0.30*	0.41**
Seed weight per plant (SW/PT)		0.55**	0.70**	0.13	-0.34*	0.57**
100 Seed weight (100SW)			0.56**	0.04	-0.33*	0.59**
Number of seed per pod (NS/PT)				0.22	-0.52	0.50**
Harvest index (HI)					0.30*	0.22
Shelling percentage (%SH)						-0.11

* and ** = significantly different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ respectively

เอกสารอ้างอิง

เจตษฎา อุตรพันธ์ อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ ปาริชาติ พรมโชติ และจวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2557. **การวิเคราะห์เสถียรภาพผลผลิตของสายพันธุ์ถั่วลิสงจากการทดสอบในหลายสภาพแวดล้อม**. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2-5 กุมภาพันธ์ 2559 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. **สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2560**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 110 หน้า.

ศรัญจิต ชนะสุวรรณ. 2557. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงขนาดเมล็ดปานกลาง โดยใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมถั่วลิสงขนาดเมล็ดโต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Oliveira E. J. and Godoy I. J. 2006. Pod yield stability analysis of runner peanut lines using AMMI. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. 6: 311-317

Rathnakumar, A. L., Hariprasanna,K., and Lalwani,H. B.(2012). **Genetic Improvement in Spanish type groundnut**, Arachis hypogaea L.varieties inIndia Over the years. J.Oil seeds Res. 27, 1–7.

PBTools, version 1.4. 2014. **Biometrics and Breeding Informatics**, PBGB Division, International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna.

STAR, version 2.0.1 2014. **Biometrics and Breeding Informatics**, PBGB Division, International Rice Research Institute, Los Baños, Loguna.

Yan, W. and Kang, M. S. 2003. GGE biplot analysis: **A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists**. CRC Press, Boca Raton, FL.

ผลของปุ๋ยทางใบต่อการควบคุมโรคขอบใบแห้งของข้าวในสภาพแปลงปลูก

Effect of Fertilizer on Control of Bacterial Leaf Blight of Rice in Field

อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช[1*] ชุมเจษฎ์ มาลาธรรม[2] และ นิพนธ์ ทวีชัย[1]

Udomsak Lertsuchatavanich[1*], Chumjate Maladham and Niphone Thaveechai[1]

บทคัดย่อ

โรคขอบใบแห้งของข้าวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* (Xoo) เป็นโรคที่สำคัญที่สุดโรคหนึ่งในข้าว เกษตรกรส่วนมากนิยมควบคุมโรคขอบใบแห้งด้วยการใช้สารเคมีซึ่งมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการดื้อยาของเชื้อ Xoo ได้ งานทดลองนี้ได้ทดสอบผลของปุ๋ยทางใบเอนวิทรอน (Envitrol™) อัตรา 25 และ 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ในการควบคุมโรคขอบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข57 เปรียบเทียบกับสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกรวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 2 ฤดูกาลเพาะปลูก ในปี พ.ศ. 2560 และ 2561 ณ อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีพ่นปุ๋ยทางใบเอนวิทรอน (Envitrol™) ที่อัตรา 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร มีความรุนแรงของโรคขอบใบแห้งและค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรคต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม (น้ำเปล่า) อย่างมีนัยยะสำคัญทั้ง 2 ฤดูกาล ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการพ่นปุ๋ยทางใบเอนวิทรอนจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยลดการเข้าทำลายของโรคขอบใบแห้งของข้าว และจะช่วยลดปัญหาการใช้สารเคมีกำจัดโรคพืชเกินความจำเป็น รวมทั้งลดปัญหาการดื้อยาของเชื้อโรคได้

ABSTRACT

Bacterial leaf blight disease (BLB) of rice caused by *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* (Xoo) is one of the most important disease in rice. Most Thai's farmer like to control BLB by chemical application that will be risked to cause problem of chemical resistance of Xoo. Foliar fertilizer (Envitrol™) at two rate of applications at 25 and 50 g/ 20 L of water were compared with copper hydroxide at the rate of 30 g/ 20 L of water for control BLB in rice farmer field using of RD57 rice cultivar. The randomized complete block design experiments were conducted in 2 seasons during 2017 to 2018 at Sri Prachan District, Suphan Buri Province, Thailand. The results showed that Envitrol™ at the rate of 50 g/20 L of water gave significantly lower disease severity and the area under disease progress curve (AUDPC) than control treatment in 2 seasons of experiments. This result indicated that Envitrol™ decreased BLB of rice and also could reduced overuse of chemical pesticides and problem of pathogen resistance.

Key Words: bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae*, rice

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

[1]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพ 10900

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

[2]บริษัท เอสทีม อินเตอร์เทรด จำกัด อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110

[2]Esteem Intertrade Co. Ltd., Bang Bua Thong, Nonthaburi, 11110, Thailand

โรคขอบใบแห้งของข้าว (Bacterial leaf blight disease of rice) เป็นโรคที่ทำความเสียหายอย่างรุนแรงกับข้าวในแต่ละปี มีสาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* (Xoo) โรคขอบใบแห้งสามารถทำให้ผลผลิตของข้าวเสียหายจนถึงทำให้ต้นข้าวและกล้าข้าวตายได้ การระบาดส่วนมากพบในพื้นที่นาชลประทานที่สามารถปลูกข้าวได้ตลอดทั้งปีและพบมากในข้าวพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์พิษณุโลก 2 (อุดมศักดิ์, 2555) เชื้อ Xoo เข้าทำลายผ่านทางช่องคายน้ำ (hydathode) ลุกลามไปตามท่อลำเลียงทำให้ใบไหม้จากขอบใบเข้าไปสู่กลางใบและทำให้ใบแห้งตายหรือต้นข้าวแห้งตายทั้งกอได้ สุดท้ายทำให้ต้นข้าวแห้งตายได้ โรคนี้ส่วนมากจะพบเข้าทำลายตั้งแต่ระยะข้าวแตกกอ การแพร่ระบาดของโรคพบมากในช่วงฤดูฝน เนื่องจากเชื้อ Xoo แพร่กระจายได้ดีในสภาพที่มีน้ำฝนและความชื้นสูง เมื่อเกิดการระบาดของโรคนี้จะทำการควบคุมได้ยาก เพราะโรคมีการพัฒนาอาการที่รวดเร็ว ซึ่งยังไม่มีวิธีการควบคุมใดที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เกษตรกรส่วนมากนิยมใช้สารเคมีในการควบคุมโรคเพราะสะดวกแต่จะทำให้มีความเสี่ยงต่อปัญหาเชื้อดื้อยาได้ (Boonwatana, 1991; Lertsuchatavanich *et. al*., 2006)

เนื่องด้วยมีรายงานการศึกษาผลของธาตุอาหารพืชหลายชนิดต่อการควบคุมโรคพืช (Dordas, 2008) งานทดลองนี้จึงได้ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยทางใบเอนวิทรอน (Envitrol^{TM}) ซึ่งมีองค์ประกอบของธาตุ Mg, Ca, Fe และ Cu ต่อการควบคุมโรคขอบใบแห้งของข้าวในระดับแปลงปลูกทดสอบของเกษตรกรเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ธาตุอาหารพืชบางชนิดร่วมกับวิธีการควบคุมโรคต่างๆ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวให้แข็งแรงทนทานต่อการทำลายของโรค

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแปลงทดลอง

การทดสอบระสิทธิภาพของปุ๋ยทางใบ เอนวิทรอน (Envitrol^{TM}) ในนาหว่านน้ำตม ณ ตำบลบ้านกร่าง อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2560 – เมษายน 2560 และ กรกฎาคม 2561-ตุลาคม 2561 โดยปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตมด้วยข้าวพันธุ์ กข57 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ในแปลงขนาดใหญ่แบ่งแปลงทดลองให้มีขนาด 4x4 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร โดยมีทั้งหมด 4 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำต่อกรรมวิธี วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) พ่นปุ๋ยทางใบตามกรรมวิธีที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 พ่นเมื่อข้าวอยู่ในระยะแตกกอเต็มที่หรือข้าวมีอายุประมาณ 50-60 วัน โดยใช้เครื่องยนต์พ่นแบบสะพายหลัง (Motorize knapsack sprayer) ด้วยปริมาณน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ ในวันถัดไปปลูกเชื้อ Xoo ด้วยวิธีการตัดใบ (Leaf clipping method) (Jenning *et al*.,1979) แล้วพ่นกรรมวิธีต่างๆ อีกครั้งภายหลังจากการปลูกเชื้อ 1 วัน

การเตรียมและวิธีการปลูกเชื้อ *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae*

นำเชื้อ Xoo บริสุทธิ์ที่แยกมาจากข้าวพันธุ์ กข41 ที่เป็นโรคขอบใบแห้งจากจังหวัดชัยนาท มาเลี้ยงบนอาหาร potato peptone agar (PPA)(ทายาท และคณะ, 2560) บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำเชื้อที่เลี้ยงได้มาทำเป็นสารแขวนลอยในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ โดยปรับค่าการดูดกลืนแสงของสารแขวนลอยให้มีค่าเท่ากับ 0.2 O.D. (optical density) ที่ความยาวคลื่น 600nm จะมีปริมาณเชื้อประมาณ 10^8 cfu/ml

ก่อนการปลูกเชื้อสาเหตุโรค (artificial inoculation) ในแปลงทดลอง ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน ปลูกเชื้อ Xoo ในระยะข้าวแตกกอสูงสุดและหลังจากพ่นกรรมวิธีต่างๆ 1 วัน โดยใช้กรรไกรจุ่มสารแขวนลอยเชื้อ Xoo ที่เตรียมไว้ข้างต้น แล้วตัดปลายใบข้าวออกยาว 1–2 นิ้ว (Fig. 1) ปลูกเชื้อเป็นแนวกากบาททั้งหมด 10 จุดต่อแปลง จุดละ 4-5 กอๆ ละประมาณ 5-10 ใบ

การเก็บข้อมูลการทดลอง

บันทึกการจัดการต่างๆ เช่น การให้น้ำ การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช และบันทึกความรุนแรงของโรคขอบใบแห้ง โดยวัดความยาวแผลขอบใบแห้งและความยาวใบที่วัดทุกสัปดาห์ 3 ครั้ง จำนวน 10 จุดต่อแปลง จุดละ 10 ใบ เพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคขอบใบแห้ง (พากเพียร และคณะ, 2552) ภายหลังการปลูกเชื้อ Xoo ที่ 7 14 และ 21 วัน และวิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิธีทางสถิติที่เหมาะสม

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงโรคขอบใบแห้ง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค} = \frac{\text{ความยาวของแผล}}{\text{ความยาวของใบข้าว}} \times 100$$

การคำนวณหาค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรค (Area Under Disease Progress Curve, AUDPC) (Cambell and Madden, 1990)

$$AUDPC = \sum_{i}^{n-1}\left[\frac{y_i + y_{i+1}}{2}\right](t_{i+1} - t_i)$$

y = ระดับความรุนแรงของโรค (%)

n = จำนวนของตัวอย่าง

t = ระยะเวลา

Table 1 Treatments and Rate of Application

Treatment	Rate of application(g/20L of water)
1. Envitrol™	25
2. Envitrol™	50
3. Copper hydroxide 77%WP	30
4. Control (water)	-

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองการควบคุมโรคขอบใบแห้งในระดับแปลงปลูกในฤดูกาลที่ 1 ช่วงเดือนธันวาคม 2560-มีนาคม 2561 พบว่าความรุนแรงของโรคขอบใบแห้งในกรรมวิธี copper hydroxide อัตรา 30g ต่อน้ำ 20L มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค (disease severity) ต่ำที่สุดเท่ากับ 8.54 และ 20.00 ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ภายหลังการปลูกเชื้อ และมีค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรคต่ำที่สุดเท่ากับ 18.96 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีควบคุมซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเท่ากับ 12.78 และ 25.32 ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ภายหลังการปลูกเชื้อ และมีค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรคเท่ากับ 26.26 ส่วนกรรมวิธีปุ๋ยทางใบเอนวิ

ทรอน (Envitrol™) อัตรา 50g ต่อน้ำ20L นั้นมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคขอบใบแห้งรองลงมาจากกรรมวิธี copper hydroxide แต่ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมโดยมีค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรคเท่ากับ 21.94 แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2)

ผลการทดลองการควบคุมโรคขอบใบแห้งในระดับแปลงปลูกในฤดูกาลที่ 2 ช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2561 พบว่าสอดคล้องกับการกับผลการทดลองในฤดูกาลที่ 1 โดยกรรมวิธี copper hydroxide อัตรา 30gต่อน้ำ 20L มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคขอบใบแห้งและค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรคต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีปุ๋ยทางใบเอนวิทรอน อัตรา 25 และ 50g ต่อน้ำ 20L มีค่าเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคขอบใบแห้งและค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรค แต่ทั้งกรรมวิธี copper hydroxide และปุ๋ยทางใบเอนวิทรอนมีค่าเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคขอบใบแห้งและค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรคต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญ (Table 3)

โรคขอบใบแห้งของข้าวเป็นโรคที่ต้องใช้กลยุทธ์ในการควบคุมหลายๆ วิธีจึงจะมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้พันธุ์ต้านทาน การใช้เมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากโรค การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมกับเชื้อโรค และการควบคุมด้วยสารเคมี (พากเพียร และคณะ, 2552; นงรัตน์ และคณะ, 2548) เป็นต้น ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเลือกใช้การควบคุมด้วยสารเคมี เช่น สารประกอบทองแดง หรือยาปฏิชีวนะ เนื่องจากทำได้สะดวก จึงอาจมีความเสี่ยงต่อปัญหาการดื้อยาของเชื้อแบคทีเรีย จากผลการทดลองการควบคุมโรคขอบใบแห้งในระดับแปลงปลูกของปุ๋ยทางใบเอนวิทรอน ทั้ง 2 ฤดู พบว่ามีประสิทธิภาพการควบคุมโรคเทียบเคียงกับสาร copper hydroxide จากผลการทดลองนี้พบว่าการปุ๋ยทางใบเอนวิทรอนจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับเกษตรกรในการนำไปใช้ร่วมกับวิธีการควบคุมต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคขอบใบแห้งของข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ

Table 2 Disease severity (%) of bacterial leaf blight disease in RD57 rice cultivar after treated with Envitrol compare with copper hydroxide and water control at Si Prachan District, Suphan Buri Province, in December 2017- March 2018

Treatment	Rate of application	Disease severity (%)			AUDPC[1/]
		Week 1	Week 2	Week 3	
1. Envitrol™	25g/20L	0.64	10.36 ab[2/]	24.93 a	**23.14 ab**
2. Envitrol™	50g/20L	0.88	10.02 b	22.96 ab	**21.94 bc**
3. Copper hydroxide 77%WP	30g/20L	0.84	8.54 b	20.00 b	**18.96 c**
4. Control (water)		1.65	12.78 a	25.32 a	**26.26 a**
LSD test		ns	*	*	*
CV(%)		54.43	15.24	8.72	10.60

[1/]AUDPC = area under disease progress curve

[2/]Means within column followed by the same letter are not significantly different at the P < 0.05 according to Least Significant Difference (LSD) Test

Table 3 Disease severity (%) of bacterial leaf blight disease in RD57 rice cultivar after treated with Envitrol™ compare with copper hydroxide and water control at Si Prachan District, Suphan Buri Province, in July-October 2018

Treatment	Rate of application	Disease severity (%)			AUDPC[1/]
		Week 1	Week 2	Week 3	
1. Envitrol™	25g/20L	1.86 b[2/]	7.27 b	14.17 b	**15.30 b**
2. Envitrol™	50g/20L	1.25 b	7.09 b	16.11 b	**15.76 b**
3. Copper hydroxide 77%WP	30g/20L	2.00 b	6.68 b	13.84 b	**14.60 b**
4. Control (water)		5.23 a	10.06 a	22.05 a	**23.70 a**
LSD test		*	*	*	*
CV(%)		25.85	15.64	12.64	13.67

[1/]AUDPC = area under disease progress curve

[2/]Means within column followed by the same letter are not significantly different at the P < 0.05 according to Least Significant Difference (LSD) Test



Figure 1 Artificial inoculation of *Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae* on RD57 rice cultivar by leaf clipping Method



Figure 2 Bacterial leaf blight disease severity of RD57 rice cultivar from spray application of Envitrol™ 25g/20L (a), Envitrol™ 50g/20L (b), copper hydroxide 77%WP 30g/20L(c) and water control(d) at 3 weeks after inoculation with *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*

สรุป

ปุ๋ยทางใบเอนวิทรอน อัตรา 25 และ 50g ต่อน้ำ 20L มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคขอบใบแห้งในระดับแปลงปลูก โดยสามารถลดเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคและค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรคขอบใบแห้งได้ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณดวงกมล บุญช่วย นักวิชาการเกษตรชำนาญการ ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท ที่สนับสนุนสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในข้าวสำหรับใช้ทดสอบในผลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ทายาท ศรียาภัย, กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์, อรินทม์ งามนิยม และ พิชาภัค ศรียาภัย. 2560. **การคัดเลือกแอคติโนมัยซีทปฏิปักษ์เพื่อใช้ในการเตรียมสารสกัดหยาบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพและพัฒนาสูตรหัวเชื้อผงสำ หรับควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรคข้าว**. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. ปีที่ 22 ฉบับที่ 3:423-437.

นงรัตน์ นิลพานิชย์, วิชิต ศิริสันธนะ, และพากเพียร อรัญนารถ. 2548. **ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชบางชนิดในการควบคุมโรคขอบใบแห้ง**. ในรายงานประจำปี 2548. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. หน้า48-49.

พากเพียร อรัญนารถ, นงรัตน์ นิลพานิชย์ และ รัศมี ฐิติเกียรติพงศ์. 2552. **ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชบางชนิดต่อโรคขอบใบแห้งของข้าว**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40:1 (พิเศษ) : 51-54.

อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช. 2555. **ช่วยกันจับตา...สถานการณ์การระบาดของโรคขอบใบแห้งข้าว**. วารสารเคหการเกษตร ปีที่ 36, ฉบับที่ 10: 136-137.

Boonwatana, N. 1991. **Role of indigenous plasmid of citrus canker bacteria (*Xanthomonas campestris* pv.*citri* (Hasse) Dye) in copper pesticides resistance.** M.S. Thesis, Kasetsart University.

Cambell, C.L and L.V. Madden. 1990. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. John Wiley & Sons, New York.

Dordas,C. 2008. Role of nutrients in controlling plant disease in sustainable agriculture, A review. **Agron. Sustain. Dev**. 28:33-48.

Jennings, P.R., Coffman, W.R., Kauffman, H.E., 1979. **Rice Improvement.** International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Lertsuchatavanich, U., A. Paradornuwat, J. Chunwongse, N.W. Schaad, and N. Thaveechai. 2006. Efficacy of chemicals on controlling of bacterial citrus canker of lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) in Phetchaburi Province, Thailand. **Thai Journal of Agricultural Science**. 39(1-2): 21-31.

การย่นระยะเวลาปรับปรุงพันธุ์สับปะรดด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อ

Shortening Breeding Cycle of Pineapple by *In Vitro* Immature Seed Culture

ณัฐนนท์ สิทธิชัย[1*] ธารารัตน์ สังวาลเล็ก[1] สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์[1] รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ[1] สุจินต์ เจนวีรวัฒน์[1] และ ธนพล ไชยแสน[1]

Nuttanon Sittichai[1], Thararat Sangwallek[1], Sarawut Rungmekarat[1], Rungsarid Kaveeta[1], Sujin Jenweerawat[1] and Tanapon Chaisan[1]

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์สับปะรดเป็นขั้นตอนที่ใช้ระยะเวลานาน วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการฆ่าเชื้อที่ผลสับปะรดด้วยวิธีที่เหมาะสม และศึกษาอายุเมล็ดอ่อนที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อย่นระยะเวลาการสร้างต้นสับปะรดลูกผสม วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ การดำเนินงานหลักมี 2 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาวิธีการฆ่าเชื้อที่ผลสับปะรดที่เหมาะสม มี 2 วิธี คือ การฟอกฆ่าเชื้อด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และการลนไฟบริเวณผิวผลสับปะรด 2) ศึกษาอายุเมล็ดอ่อนที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ มี 3 ช่วงอายุ คือ 45 55 และ 65 วันหลังจากผสมเกสร พบว่าการฆ่าเชื้อด้วยการลนไฟบริเวณผิวทำให้เมล็ดอ่อนอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ 97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลดีกว่าการฟอกฆ่าเชื้อด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) และอายุของเมล็ดอ่อนที่มีอายุ 55 วันหลังจากผสมเกสร มีอัตราการงอกของเมล็ดสูงที่สุด 49 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษานี้ วิธีการฆ่าเชื้อและอายุของเมล็ดที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ สามารถนำไปใช้ย่นระยะเวลาในการสร้างประชากรสับปะรดลูกผสม เพื่อปรับปรุงพันธุ์สับปะรดต่อไป

ABSTRACT

Pineapple breeding program is a long process. The objective of this experiment was to identify a proper immature embryo age of pineapple hybrids *in vitro* culture for shortening hybrid pineapple development process. The experiment designed in CRD with 3 replications. Pineapple fruit were sterilized by 2 methods; 20% sodium hypochlorite and surface burning method. For identification of proper embryo age, immature seeds at 45, 55 and 65 days after pollination were cultured on synthetic media. The results showed that surface burning of pineapple fruit presented 97% of sterilized immature seeds, while using 20% sodium hypochlorite. Identification of the most appropriate immature seeds *in vitro* culture found that the highest germination rate was immature seed at 55 days after pollination (49 %). The proper method for disinfection and immature seed age of hybrid pineapple can be applied for shortening times for pineapple hybrid population development and breeding program.

Key Words: pineapple, embryo rescue, germination

*Corresponding author; email address: Nuttanon_pa@msn.com

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

คำนำ

สับปะรด (*Ananas comosus* L. Merr) เป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญ เนื่องจากมีอัตราการบริโภคอย่างกว้างขวางทั้งในรูปแบบของการบริโภคสดและการบรรจุกระป๋อง ประเทศไทยส่งออกสับปะรดในรูปของบรรจุภัณฑ์กระป๋องมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก การส่งออกอยู่ในรูปบรรจุภัณฑ์กระป๋องในปี 2560 มีมูลค่าหนึ่งหมื่นสองพันล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณลักษณะที่โดดเด่น เช่น ให้ผลผลิตสูง มีความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ดี เหมาะสมต่ออุตสาหกรรมกระป๋องและบริโภคผลสด (ธีรวัฒน์ และคณะ, 2537) จากการใช้พันธุ์สับปะรดเพียง 1-2 พันธุ์อย่างแพร่หลายในพื้นที่ปลูก หากเกิดการแพร่ระบาดของโรคและแมลง อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อการผลิตในวงกว้าง ดังนั้นการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์สับปะรดใหม่ ๆ จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงพันธุ์สับปะรดค่อนข้างใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากอายุของแต่ละรอบการผลิตต้องใช้เวลา 16-18 เดือน และระยะเวลาในการพัฒนาเมล็ดที่สมบูรณ์ใช้ระยะเวลานาน ทำให้การปรับปรุงพันธุ์สับปะรดต้องใช้เวลานานตามไปด้วย

สับปะรดเป็นพืช diploid ($2n = 50$) มีลักษณะพันธุกรรมเป็น heterozygous สามารถขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สามารถใช้ส่วนของลำต้น จุก หรือหน่อ ไปปลูกขยายต่อได้ ส่วนการขยายพันธุ์โดยอาศัยเพศเกิดขึ้นค่อนข้างยากในสภาพธรรมชาติ โดยเฉพาะในสายพันธุ์การค้า เนื่องจากไม่สามารถผสมตัวเองได้ (self-incompatibility) อันเป็นผลมาจากการที่ละอองเรณู (pollen grain) มี S-allele ที่เหมือนกับ S-allele ของเกสรตัวเมียหรือ pistil ส่งผลให้เกิดกลไกการปฏิเสธไม่ให้ละอองเรณูสร้างท่อหรือ pollen tube เพื่อผสมกับไข่ได้ ซึ่งถือเป็นกลไกหนึ่งของพืชที่ป้องกันตัวเองจากการผสมกันในหมู่เครือญาติหรือที่มีเลือดชิด (inbreed) ขึ้น ดังนั้นวิธีการปรับปรุงพันธุ์สับปะรดจำเป็นต้องใช้วิธีผสมข้าม (cross-pollinated) เพื่อให้ติดเมล็ด เมื่อต้นสับปะรดเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมที่จะชักนำให้ออกดอกด้วยสารเคมีเอทีฟอน ความเข้มข้น 48% (w/v) สับปะรดจะแทงช่อดอกออกมาจากยอดและดอกจะเริ่มบานจากฐานล่างผลไปสู่ยอดผล เมื่อดอกบานอับเรณูจะแตกออกก่อนเที่ยงวัน และดอกจะเหี่ยวจนปิดสนิท ดังนั้นจึงต้องผสมเกสรในช่วงเช้าเท่านั้น โดยสับปะรด 1 ผล จะมีดอกย่อยประมาณ 150-200 ดอก (จารุพันธ์, 2526)

หลังการผสมเกสรประมาณ 90 วัน สับปะรดจะเริ่มสุกแก่ จึงสามารถเก็บรวบรวมเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรได้ อีกทั้งอัตราการงอกของเมล็ดลูกผสมค่อนข้างต่ำ เมล็ดที่ได้จะมีลักษณะเปลือกแข็ง (จินดารัฐ, 2541) ทำให้เมล็ดมีการพักตัว และต้องใช้ระยะเวลาอีกอย่างน้อย 90 วัน เมล็ดจึงจะเริ่มงอกเป็นต้นอ่อน นอกจากนี้เมล็ดสับปะรดลูกผสมมีอัตราการงอกที่ต่ำและเอ็มบริโอพัฒนาช้า ทำให้ระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์นานยิ่งขึ้น ดังนั้นการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ สามารถทำให้เอ็มบริโอพัฒนาได้และช่วยย่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์พืช (Zhang *et al*., 2003)

การช่วยชีวิตเมล็ดอ่อนสามารถทำได้ที่ระยะเวลา 45 วันหลังจากผสมเกสร และฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวสับปะรดด้วย โซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ 5.25% (Wongwirattana *et al*., 2015) ซึ่งจะช่วยย่นระยะเวลาในการสร้างประชากรสับปะรดลูกผสม ส่งให้ระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์สับปะรดสามารถประสบความสำเร็จได้เร็วขึ้น ดังนั้นการศึกษานี้ จึงมีเป้าหมายในการย่นระยะเวลาในการสร้างประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 ด้วยวิธีการช่วยชีวิตเอ็มบริโอ (embryo rescue) (Sharma *et al*., 1996)

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิธีการฆ่าเชื้อผลสับปะรดที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อ

คัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์สับปะรดให้มีลักษณะตรงตามพันธุ์ (พันธุ์ตราดสีทองและพันธุ์MD2) จากแปลงของบริษัทเอกชน ที่มีความน่าเชื่อถือ นำมาปลูกในกระถางขนาด 15 นิ้ว ให้น้ำและปุ๋ยที่มีธาตุอาหารในสัดส่วนไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โปตัสเซียม เท่ากับ 3 : 1 : 4 (ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542) ดูแลต้นสับปะรดให้เจริญเติบโตเต็มที่ เมื่อต้นมีอายุ 10-12 เดือน ชักนำให้ออกดอกโดยใช้สารเอทีฟอนในอัตรา 12.5-50 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 50 ลิตร และยูเรีย 1-2 กิโลกรัม หยอดลงที่ยอดของต้นสับปะรด ในอัตรา 50 มิลลิลิตร ต่อต้น เวลาที่เหมาะสมในการหยอด คือช่วงเช้ามืด หยอดสารละลายเอทีฟอนซ้ำอีก 2-3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งต้องห่างกันอย่างน้อย 72 ชั่วโมง (จินดารัฐ, 2541) ต้นสับปะรดจะแทงช่อดอกออกมาจากส่วนยอดภายใน 45 วัน จากนั้นดำเนินการจับคู่ผสมเกสร ระหว่างสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองเป็นแม่พันธุ์ และ-พันธุ์ MD2 เป็นพ่อพันธุ์ ใช้วิธีผสมแบบต้นต่อต้น จดบันทึกวันที่ผสมเกสร จากนั้นเก็บผลสับปะรดที่มีอายุ 45 55 และ 65 วันหลังจากผสมเกสร มาล้างทำความสะอาด ตัดจุกและปอกเปลือกออก เตรียมพร้อมสำหรับการฟอกฆ่าเชื้อ 2 วิธี ดังนี้

1. ฟอกฆ่าเชื้อในสารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ 20% (Haiter ® ความเข้มข้น 20% (v/v) สารออกฤทธิ์-โซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 6.6% w/w) แช่ผลสับปะรดในสารละลาย โดยให้สารละลายท่วมผลสับปะรด เขย่าตัวอย่างด้วยเครื่องเขย่าสารแบบราบ (orbital Shaker) นาน 15 นาที ล้างผลสับปะรดด้วยน้ำที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ จำนวน 3 ครั้ง นานครั้งละ 1 นาที จากนั้นจึงแยกเมล็ดอ่อนออกจากผลสับปะรดในตู้ปลอดเชื้อ (laminar flow cabinet)

2. ฆ่าเชื้อบริเวณผิวของสับปะรดโดยการลนไฟ นำผลสับปะรดที่ผ่านการล้างทำความสะอาด แช่ลงในแอลกอฮอล์ 90% นาน 30 วินาที จากนั้นจึงนำไปลนไฟภายใต้สภาพปลอดเชื้อ จนกระทั่งไฟดับ ทำซ้ำ 3 ครั้ง ในสภาพปลอดเชื้อ จากนั้นแยกเมล็ดอ่อนในตู้ปลอดเชื้อ

แยกเอาเมล็ดอ่อนออกจากผลสับปะรด โดยใช้มีดตัดบริเวณโคน (funiculus) ด้านที่ติดกับเมล็ด โดยพยายามไม่ให้เกิดความเสียหายกับเมล็ด ใช้มีดสะกิดให้เกิดบาดแผลเล็ก ๆ บริเวณส่วนของเมล็ดที่มีลักษณะกลมมน (Figure 1) จากนั้นย้ายเมล็ดอ่อนมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์แบบกึ่งแข็งสูตร Murashige and Skoog (MS) (Murashige and Skoog, 1962) โดยอาหารสังเคราะห์ 1 ขวด ใส่เมล็ดอ่อน จำนวน 4 เมล็ด จดบันทึกข้อมูลการปลอดเชื้อ (sterile) และปนเปื้อน (contaminate) และอัตราเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดอ่อนที่เลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์

การศึกษาอายุของเมล็ดอ่อนที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ

การช่วยชีวิตเมล็ดอ่อน (embryo rescue) ในช่วงเวลาที่เหมาะสม สามารถทำให้เมล็ดอ่อนมีชีวิตรอดได้ โดยที่ระยะเวลา 45 วันหลังจากผสมเกสร (Wongwirattana *et al*., 2015) ดังนั้นการทดลองนี้จึงเก็บผลสับปะรดอายุ 45 55 และ 65 วันหลังผสมเกสร เพื่อใช้ศึกษาอายุของเมล็ดอ่อนหลังการผสมเกสร ที่ส่งผลต่อการประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อ หลังการฟอกฆ่าเชื้อนำเมล็ดอ่อนไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) วางแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวนทั้งหมด 3 ซ้ำ จดบันทึกจำนวนเมล็ดที่มีการงอกทุก ๆ 30 วันหลังการเพาะเลี้ยงเมล็ดบนอาหารสังเคราะห์แบบกึ่งแข็ง จนกระทั่งถึง 150 วัน หลังเริ่มเพาะเมล็ด

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาวิธีฆ่าเชื้อผลสับปะรดที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อ

จากการทดลองเปรียบเทียบวิธีการฆ่าเชื้อผลสับปะรดที่เหมาะสม ระหว่างการฟอกฆ่าเชื้อในสารละลาย Haiter ® ความเข้มข้น 20%(v/v) และการฆ่าเชื้อด้วยการลนไฟบริเวณผิวผล พบว่า วิธีการฆ่าเชื้อด้วยการลนไฟบริเวณผิวผล ทำให้เมล็ดอ่อนอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ 97.37% ซึ่งให้ผลดีกว่าการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย Haiter ® ที่ทำให้เมล็ดอ่อนปลอดเชื้อเพียง 13.16% (Table 1) ซึ่งการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย Haiter ® มีการปนเปื้อนเชื้อมาก อาจเกิดจากลักษณะทางกายภาพของผลสับปะรด เนื่องจากสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองมีลักษณะตานูน ลึก ทำให้การฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายไม่ทั่วถึง แม้ว่าการฟอกผลสับปะรดจะมีการปอกเปลือกเข้าลึกไปถึงเนื้อสับปะรด แต่เนื่องจากตาสับปะรดมีลักษณะนูนและลึก ทำให้ไม่สามารถปอกตาสับปะรดออกได้หมด ดังนั้นบริเวณตาอาจเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค ทำให้การฟอกด้วยสารละลาย Haiter ® มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อส่งผลให้มีการปนเปื้อนของเชื้อโรค

Table 1 Sterilization efficiency between chemical and surface burning methods for immature pineapple seed surface cleaning

Sterilization methods	No. of immature seeds	Contaminate (%)	Sterile (%)
Chemical (Haiter ®)	152	86.84	13.16
Surface burning	152	2.63	97.37

ผลการศึกษาอายุของเมล็ดอ่อนที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ

หลังจากเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าอายุของเมล็ดอ่อนสับปะรดลูกผสมที่แตกต่างกันส่งผลทำให้มีอัตราการงอกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดอ่อนสับปะรดลูกผสมที่มีอายุ 45 และ 55 วันหลังจากผสมเกสร เป็นช่วงอายุของเมล็ดอ่อนที่มีความงอกดีที่สุด (ร้อยละ 11.37 และ 10.06 ตามลำดับ) ส่วนเมล็ดอ่อนสับปะรดลูกผสมที่มีอายุ 65 วันหลังการผสมเกสร มีการงอกต่ำที่สุดร้อยละ (1.87) (Table 2)

หลังจากเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่า อายุของเมล็ดอ่อนสับปะรดที่ 55 วันหลังจากผสมเกสร มีอัตราการงอกดีที่สุด (ร้อยละ 22.90) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอายุของเมล็ดอ่อนสับปะรดลูกผสมที่มีอายุ 45 วันหลังจากผสมเกสร มีความงอก ร้อยละ 14.88 ส่วนอายุของเมล็ดอ่อนสับปะรดลูกผสมที่มีอายุ 65 วันหลังจากผสมเกสร มีการงอกต่ำที่สุดร้อยละ 6.02 (Table 2)

หลังจากเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อเป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่า อายุของเมล็ดอ่อนสับปะรดลูกผสมที่แตกต่างกันส่งผลทำให้มีอัตราการงอกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมล็ดอ่อนสับปะรดลูกผสมที่อายุ 55 วันหลังการผสมเกสร มีความงอกสูงที่สุด (ร้อยละ 32.46) รองลงมาเป็นเมล็ดอ่อนสับปะรดที่อายุ 45 วันหลังจากผสมเกสร (มีความงอก ร้อยละ 20.55) ส่วนเมล็ดอ่อนสับปะรดลูกผสมที่มีอายุ 65 วันหลังจากผสมเกสร มีการงอกต่ำที่สุด ร้อยละ (10.27) (Table 2)

และหลังจากเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อเป็นระยะเวลา 150 วัน พบว่า อายุของเมล็ดอ่อนสับปะรดลูกผสมมีอัตราการงอกที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อายุของเมล็ดสับปะรดที่ 55 วันหลังจากผสมเกสร มีความงอกสูงที่สุด (ร้อยละ 49.77) รองลงมาคือ เมล็ดอ่อนสับปะรดที่อายุ 65 และ 45 วันหลังจากผสมเกสร ซึ่งมีความงอก ร้อยละ 33.33 และ 30.15 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Germination rate of hybrids “Trad Srithong” x “MD2” seeds after culturing for at 60, 90, 120 and 150 days

Seed age (day after pollination)	60 day		90 day		120 day		150 day	
	No.seed	Ger.%	No.seed	Ger.%	No.seed	Ger.%	No.seed	Ger.%
45	101.33	11.37a[1/]	86.67	14.88b	69.33	20.55b	52.00	30.15b
55	240.00	10.06a	161.33	22.90a	152.00	32.46a	125.33	49.77a
65	52.00	1.87b	24.00	6.02c	18.67	10.27c	8.00	33.33ab
F-test		*		*		*		*

[1/]Mean in the same column with the same letter are not significantly difference at the 5% level by DMRT

Ger. = Germination (%)

No.seed = number of seed

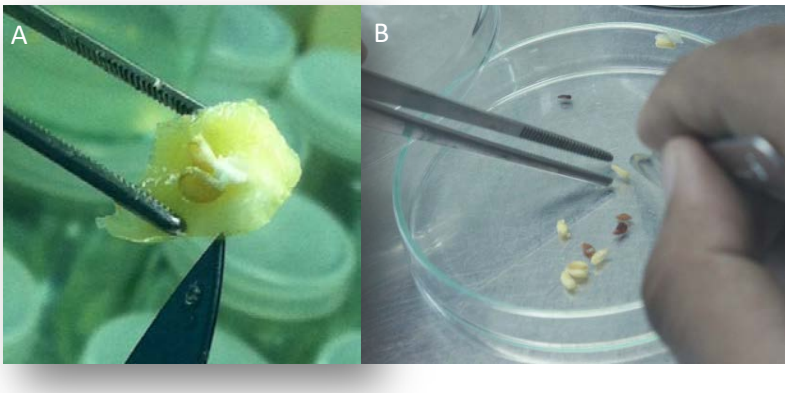


Figure 1 Pineapple hybrid seeds (A) young seed of pineapple. (B).separate seeds form fruit.

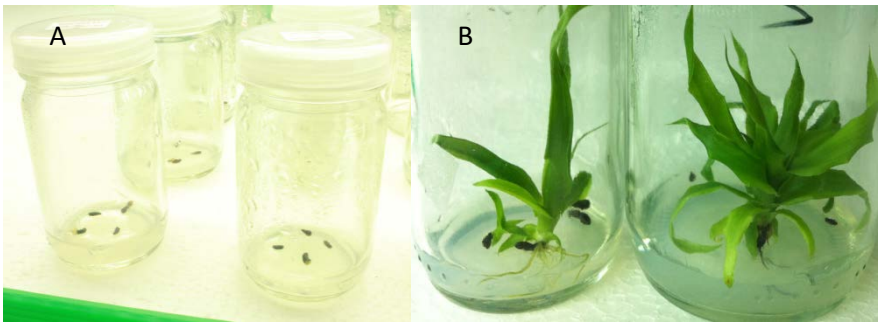


Figure 2 Embryogenic of Trad Srithong x MD2 cultured on MS medium.
(A) Embryogenic age 30 day (B) Embryogenic age 10 month

สรุป

จากผลการเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนของสับปะรดลูกผสมระหว่างสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง x MD2 ในสภาพปลอดเชื้อ อายุของเมล็ดอ่อนส่งผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ วิธีการฆ่าเชื้อบริเวณผิวเปลือกของผลสับปะรดที่เหมาะสม คือการลนไฟบริเวณผิวผลสับปะรดจำนวน 3 ครั้ง ส่งผลให้เมล็ดอ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ปลอดเชื้อ 97.37% โดยเมล็ดอ่อนที่มีอายุมากนั้นจะมีการพัฒนาของเอ็มบริโอที่สูงกว่า

เมล็ดอ่อนที่นำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ในช่วงเวลา 0-120 วัน พบว่า เมล็ดอ่อนที่อายุ 55 วันหลังการผสม จะมีอัตราการงอกดีกว่า เมล็ดอ่อนที่อายุ 45 และ 65 วันหลังผสมเกสร แต่ที่ช่วงเวลา 150 วันหลังจากเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ พบว่า เมล็ดอ่อนที่อายุ 55 และ 65 วันหลังผสมเกสร มีอัตราการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากเมล็ดอ่อนที่อายุ 65 วันหลังการผสมเกสร มีลักษณะของเปลือกเมล็ดที่แข็งกว่า (seed coat) ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการงอกมากกว่าเมล็ดอ่อนที่อายุ 45 และ 55 วัน

เมล็ดอ่อนที่อายุ 55 วันหลังจากผสมเกสร มีอัตราการงอกที่ดีและใช้เวลางอกน้อยกว่าช่วงอายุ 45 และ 65 วันหลังจากผสมเกสร จะทำให้ต้นอ่อนสามารถพัฒนาและเจริญเติบ
โตได้เร็วขึ้น ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อย่นระยะเวลาการสร้างประชากรสับปะรดลูกผสมและย่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์สับปะรดได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบขอบคุณ คุณศราวุธ เรืองเอียม บริษัท อมรจันทร์ฟาร์ม เอื้อเฟื้อต้นพ่อแม่พันธุ์สับปะรด MD2 และพันธุ์ตราดสีทอง ที่ใช้ในงานทดลอง และขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จารุพันธ์ ทองแถม. 2526. **สับปะรดและอุตสาหกรรมสับปะรดในประเทศไทย**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 41

จินดารัฐ วีระวุฒิ. 2541. **สับปะรด และสรีรวิทยาการเจริญเติบโตของสับปะรด**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ธีรวัฒน์ กษิรวัฒน์ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฎ์ วิจารณ์ วิชชุกิจ และ ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2537. **ความ-แปรปรวนทางพันธุกรรมและการคัดเลือกในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2542. **เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตสับปะรดที่ปลูกแซมในสวนยางพารา และการใช้ระบบการปลูกพืชเข้าสู่เกษตรยั่งยืน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ม.ป.ท.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. **มูลค่าการส่งออกสับปะรดบรรจุภาชนะที่อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้ปี 2559-2560**. แหล่งที่มา http://impexp.oae.go.th/workflow/export_report.php, 12 สิงหาคม 2561

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures.*Physiol. Plant*.15:473–497.

Sharma, D.R., R. Kaur, and K. Kumar. 1996. Embryo rescue in plants a review. **Plant Development and Biotechnology** 89:325–337.

Somruethai Wongwirattana, Varaporn Laksanalamai,Tharathorn Teerakathiti and Oranuch Leelapon.. *In Vitro* Embryo Culture in Pineapple Hybrids. **The 6th STOU National Research Conference**. 2015

Zhang, G.Q., Zhou, W.J., Gu, H.H., Song W.J., and Momoh, E.J.J. “Plant regeneration from the hybridization of *Brassica juncea* and *B. napus* through embryo culture.” *J. **Agronomy and Crop Science***. 189(2003) : 347-350.

การศึกษาชนิดของศัตรูพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่นำเข้าจากต่างประเทศ

Study of the Types of Pests Attached to Corn Seeds Imported from Abroad

ชลธิชา รักใคร่[1*] นงพร มาอยู่ดี[1] ศรีวิเศษ เกษสังข์[1] วันเพ็ญ ศรีชาติ[1]
วานิช คำพานิช[1] และ โสภา มีอำนาจ[1]
Chonticha Rakkrai[1*] Nongporn Mayudee[1] Srivisess Kessank[1] Wanpen Srichart[1]
Wanich Khampanich[1] and Sopa Meeamnat[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดศัตรูพืชกักกันที่ติดเข้ามากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่นำเข้าซึ่งในปี 2556-2557 มีการนำเข้ารวม 2,161,574.41 กิโลกรัม จาก ประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา บราซิล ออสเตรเลีย อินเดีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และ ไต้หวัน สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทุกครั้งที่มีการนำเข้า ได้ตัวอย่างจำนวน 50 ตัวอย่าง นำมาตรวจสอบสุขภาพเมล็ดพันธุ์ โดยตรวจสอบเบื้องต้นด้วยตาเปล่า ตรวจสอบด้วยแว่นขยาย ตรวจสอบโดยวิธี Blotter test, Dilution plate technique และ seedlings symptom test ผลการตรวจพบเชื้อรา จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ *Acremonium sp., Cephaosporium acremonium, Drechslera turcicum, Drechslera sorghicola, Drechsleramaydis, Curvularia lunata, Curvularia lpallescens, Fusarium moniliforme, Fusariumsolani* และ *Fusarium semitectum* ผลการตรวจตรวจด้วยวิธี Dilution plate technique ไม่พบเชื้อแบคทีเรียที่สำคัญด้านกักกันพืช และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ปลูกสังเกตอาการของโรคบนต้นพืชในโรงเรือน(Seedling symptom) ไม่พบอาการผิดปกติกับต้นข้าวโพด ซึ่งศัตรูพืชที่พบทั้งในเมล็ดพันธุ์นำเข้าและตรวจสอบในสถานกักพืชแล้วไม่ใช่ศัตรูพืชกักกันของประเทศไทย

ABSTRACT

A study on the interception of quarantine pests in imported corn seed with consignments imported into Thailand during B.E. 2556-2557. A total of 2,161,574.41 kilograms of corn seed were imported from Japan, USA, Argentina, Brazil, Australia, India, Indonesia, Philippines, Vietnam and Taiwan. Samples of imported corn seed (50 samples) were collected for inspection and test. A preliminary investigation has been done by visual inspection and using a magnifying glass. Seed health test by blotter test, dilution plate technique and seedlings symptom test have been done in laboratory and glass house. As the laboratory result *Acremonium sp., Cephaosporium acremonium, Drechslera turcicum, Drechslera sorghicola, Drechslera maydis, Curvularia lunata, Curvulariapallescens, Fusarium moniliforme, Fusarium solani , and Fusarium semitectum* have been found. Quarantine pest has not been observed in laboratory test. No sign or any symptoms from seedling symptom test.

Keywords: pest, corn seeds, Imported

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

[1]กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1]Plant Quarantine Research Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture Bangkok 10900

คำนำ

ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดพืช และพาหะจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งต้องห้าม ข้อยกเว้น และเงื่อนไขตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2550 ภายใต้พระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2542 และพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2551 กำหนดให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจัดเป็นสิ่งต้องห้าม (Prohibited material) การนำเข้ามายังประเทศไทยต้องแจ้งการนำเข้า และมีใบรับรองสุขอนามัยพืชจากประเทศต้นทางกำกับมาพร้อมกับเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้า โดยไม่มีมาตรการสุขอนามัยกำหนดไว้แต่อย่างใด ในการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสินค้าเกษตรจากต่างประเทศจึงมีโอกาสที่ศัตรูพืชหลายชนิดที่อาจเป็นศัตรูพืชกักกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ที่ร้ายแรงหรือศัตรูพืชที่สำคัญที่ก่อความเสียหายกับผลิตผลทางการเกษตรติดเข้ามากับเมล็ดพืชด้วย โดยอาจเป็นศัตรูพืชร้ายแรงที่ไม่มีปรากฏในประเทศไทย โดยเฉพาะในกลุ่มของเชื้อสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ซึ่งมีการนำเข้ามาเพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ในการส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูกกระจายทั่วประเทศไทย โดยในแต่ละปีมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์เหล่านี้ในปริมาณมาก หากศัตรูพืชที่ร้ายแรงซึ่งยังไม่มีรายงานในประเทศไทย เช่น *Cercospora zeae-maydis, Pantoea stewartii, Clavibacter michiganensis subsp. nebraskensis* ติดมากับเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวสามารถเข้ามาเจริญและแพร่พันธุ์ได้ในประเทศไทย จะก่อให้เกิดผลกระทบทำวามเสียหายต่อการเกษตรในประเทศและกระทบต่อการส่งออกไปยังต่างประเทศที่มีความเข้มงวดด้านกักกันพืช ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการตรวจสอบศัตรูพืชกักกันที่อาจติดมากับพืชนำเข้า เพื่อให้ทราบชนิด แหล่งที่มา การปรากฏของศัตรูพืชในประเทศคู่ค้าและเส้นทางการเข้ามาของศัตรูพืช ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นฐานข้อมูลการตรวจพบศัตรูพืช มีประโยชน์ใช้อ้างอิงทางวิชาการ นำมาพิจารณาหามาตรการเพื่อจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชชนิดนั้น ๆ และกำหนดเป็นมาตรการทางด้านกฎหมายและทางวิชาการในการควบคุมการนำเข้า ตามพระราชบัญญัติกักพืชต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา บราซิล ออสเตรเลีย อินเดีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และ ไต้หวัน จำนวน 50 ตัวอย่าง
2. กล้องจุลทรรศน์ Stereo microscope และ compound microscope
3. วัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
4. สารเคมีตรวจสอบเชื้อโรคพืช
5. ภาชนะเก็บตัวอย่างพืช
6. ชุดตรวจสอบศัตรูพืช (ELISA Kit)
7. หนังสือ และวารสารทั้งในประเทศและต่างประเทศ
8. สถานกักพืช

วิธีการ

1. รวบรวมข้อมูลทั่วไปของข้าวโพดและข้อมูลศัตรูพืชที่มีรายงานในต่างประเทศเปรียบเทียบกับศัตรูพืชในประเทศ ทำการสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร วารสาร รายงานการประชุมทางวิชาการ อินเตอร์เน็ตเพื่อค้นหาข้อมูล

ของข้าวโพด ลักษณะทั่วไปของพืช สายพันธุ์ พื้นที่การเพาะปลูก รายชื่อของประเทศที่ประเทศไทยมีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ ปริมาณการนำเข้า ข้อมูลชนิดของศัตรูพืชทั้งนอกประเทศและในประเทศ

2. การตรวจวินิจฉัยเชื้อโรคและศัตรูพืชขั้นละเอียดกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนำเข้าในห้องปฏิบัติการทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่นำเข้าจากต่างประเทศมาทำการตรวจวินิจฉัยโรคและศัตรูพืชขั้นละเอียดในห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ซึ่ง
ดำเนินการดังต่อไปนี้

2.1 การตรวจสอบด้วยตาเปล่าและภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ เพื่อตรวจหาตัวอ่อน หนอน แมลง เมล็ดวัชพืช หรือลักษณะเมล็ดด่าง มีสีดำ บิดงอ ขนาดเล็ก ที่มีสาเหตุจากเชื้อโรค

2.2 การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ตามวิธีมาตรฐานของ ISTA (International Seed Testing Association, 2007) และตรวจวินิจฉัยเชื้อโรคและศัตรูพืชขั้นละเอียดกับเมล็ดพันธุ์นำเข้า

2.2.1 การตรวจสอบเชื้อรา

1) การตรวจสุขภาพเมล็ดพันธุ์พืชขณะยังไม่งอก (Dry seed examination) โดยตรวจสอบลักษณะอาการโรคและส่วนขยายพันธุ์เชื้อราหรือศัตรูพืชอื่นๆ ซึ่งปะปนมากับเมล็ดพันธุ์ด้วยตาเปล่าหรือตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope เช่น เมล็ดพันธุ์มีรูปร่างผิดปกติ หรืออาจติดมาภายในเมล็ดพันธุ์โดยไม่แสดงอาการ รวมทั้งอาจติดมากับเศษพืชในลักษณะเส้นใยหรือส่วนขยายพันธุ์ เช่น Pycnidia เป็นต้น

2) การตรวจสุขภาพเมล็ดพันธุ์พืชขณะเมล็ดงอกสุ่มตัวอย่างเมล็ดตามวิธีการมาตรฐาน ในปริมาณที่เหมาะสมวิเคราะห์โดยสุ่มแยกตามสายพันธุ์ มาทดสอบด้วยวิธี Blotter method โดยวางเมล็ดลงบนกระดาษกรอง (Whatman) เบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น ที่ชุ่มน้ำซึ่งวางอยู่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ วางเมล็ดพันธุ์ 10 เมล็ดต่อจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จำนวน 200 เมล็ด จากนั้นนำจานเพาะเมล็ดไปบ่มเชื้อ (incubate) ใต้แสง near ultraviolet (NUV) สลับกับความมืด 12/12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน แล้วจึงนำเมล็ดพันธุ์มาตรวจและจำแนกชนิดเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (stereo microscope) และกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง (compound microscope)

2.2.2 การตรวจสอบเชื้อแบคทีเรีย

1) แยกเชื้อสาเหตุโรคจากเมล็ดโดยตรงหรือด้วยวิธี Dilution plate ในกรณีที่เชื้อติดมาในปริมาณมากจะสามารถแยกเชื้อจากเมล็ดโดยตรงหลังจากแยกเชื้อด้วยวิธี Blotter method ได้ หรือทำการแยกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคจากเมล็ดโดยตรงด้วยวิธี Dilution plate โดยสุ่มเมล็ดตามมาตรฐาน นำมาแช่ในสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 นาที ล้างตามด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 2 ครั้ง ผึ่งให้แห้งบนกระดาษกรองภายใต้กระแสลมตู้เขี่ยเชื้อ เมื่อได้เมล็ดพันธุ์จึงนำไปบดละเอียดด้วยเครื่องบด แล้วนำผงของเมล็ดใส่ลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ (0.85% NaCl) หรือบัฟเฟอร์ จำนวน 100 มิลลิลิตร แล้วบ่มเชื้อไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยวางบนเครื่องเขย่า จากนั้นนำมาทำให้เจือจางในอาหารเหลว Nutrient broth ให้มีความเจือจางเป็น 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} ตามลำดับ ใช้ไปเปตต์ดูด สารแขวนลอย (suspension) แต่ละความเข้มข้น จำวน 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนอาหาร Nutrient agar (NA) แล้วใช้แท่งแก้วลนไฟฆ่าเชื้อspread ให้ทั่วจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เก็บจานอาหาร เลี้ยงเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2-5 วัน จึงนำมาตรวจหาโคโลนีเชื้อแบคทีเรีย หลังจากนั้นนำมาแยกเชื้อให้บริสุทธิ์แล้วนำไปจำแนกชนิดต่อไป

2) แยกเชื้อจากต้นกล้าซึ่งเพาะจากเมล็ดผิดปกติโดยการเพาะเมล็ดในดินนึ่งฆ่าเชื้อ โดยเพาะ 25-50 เมล็ดต่อถุง และเก็บถุงเพาะที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส รดน้ำเช้าเย็นในโรงเรือนกักกันพืช ของกลุ่มวิจัยการกักกันพืช เมื่อต้นกล้ามีใบจริง 1-2 ใบ ให้สังเกตลักษณะอาการผิดปกติบนพืช หรืออาจใช้ถุงพลาสติกที่ฉีดพ่นน้ำคลุมให้ความชุ่มชื้นเป็นเวลา 3-5 วัน สังเกตลักษณะอาการผิดปกติบนใบ กิ่ง ลำต้น โคนต้น และ ราก เก็บส่วนของพืชที่สงสัยไปแยกเชื้อด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1) วิธี Dilution plate ตัดใบพืชที่เป็นโรคเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมแล้วฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยสารละลายคลอรอกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 2-3 นาที ผึ่งให้แห้งบนกระดาษกรองภายใต้กระแสลมตู้เขี่ยเชื้อ แล้วบดชิ้นส่วนในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาทำให้เจือจางเป็นลำดับจาก 10^{-1} ถึง 10^{-5} และดำเนินการเช่นเดียวกับขั้นตอนในข้อ (1)

2.2) วิธี Tissue transplanting ตัดใบพืชเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 2x2 มิลลิเมตร ฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยสารละลายคลอรอกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 2-3 นาที ผึ่งให้แห้งบนกระดาษกรอง ภายใต้กระแสลมตู้เขี่ยเชื้อแล้ววางชิ้นพืชบนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA หรืออาหารเลี้ยงเชื้อกึ่งเฉพาะเจาะจง (semiselective media) นำจานเลี้ยงเชื้อไปเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน จึงนำมาตรวจสอบหาโคโลนีเชื้อแบคทีเรียเก็บจานอาหารเลี้ยงเชื้อต่อจนครบ 3-5 วัน เพื่อตรวจหาโคโลนีของแบคทีเรียชนิดอื่นจากนั้นแยกเชื้อให้บริสุทธิ์และนำไปศึกษาคุณลักษณะเพื่อจำแนกชนิดต่อไป

การจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

1. ศึกษาคุณลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย โดยบันทึกลักษณะและสีของโคโลนี ตรวจสอบรูปร่างของเซลล์แบคทีเรียใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงและกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน

2. ทดสอบแกรม (Gram reaction) โดยใช้สารละลายโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ (3%KOH) ที่เตรียมใหม่ใช้ภายใน 2 สัปดาห์ หากตรวจพบเป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative) มีรูปร่างเป็นท่อน (rod shape) และแกรมบวก (Gram positive) รูปร่างแบบ Coryneform rod ก็จะนำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ทดสอบ hypersensitivity reaction บนยาสูบ โดยการฉีดสารแขวนลอยเชื้อแบคทีเรียอายุ 24 ชั่วโมง ความเข้มข้น 108 โคโลนีต่อมิลลิลิตร เข้าไปในใบยาสูบ (*Nicotiana tabacum L.*) บริเวณใต้ใบโดยฉีดเข้าเนื้อใบระหว่างเส้นใบ สังเกตลักษณะอาการเซลล์ตายตรงเนื้อใบหลังการฉีดเชื้อ 24-48 ชั่วโมง หากพบอาการเซลล์ตายแสดงว่าเชื้อแบคทีเรียไอโซเลทดังกล่าวเป็นเชื้อสาเหตุโรคพืช

4. ทดสอบคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมี (Physiological and biochemical properties) เช่น การใช้ยูเรีย การย่อยเจลาติน การย่อยเอสคูลิน และแป้งลด (reduce) ไนเตรต ความสามารถในการเจริญที่อุณหภูมิต่างๆ (Schaad *et al.*, 2001) เป็นต้น

5. ทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียในการทำให้เกิดโรคบนพืชอาศัย (Pathogenicity test) โดยเตรียมสารแขวนลอยเชื้อแบคทีเรียให้มีความเข้มข้น 108 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ปลูกเชื้อตามอาการของโรคของเชื้อที่สงสัยว่าเป็นสาเหตุโรค เช่น ปลูกเชื้อโดยฉีดเข้าในลำต้น ใบเลี้ยงหรือเนื้อใบของต้นข้าวโพด อายุ 2-3 สัปดาห์ ฉีดพ่นน้ำให้ความชุ่มชื้นคลุมด้วยถุงพลาสติกและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส ตรวจลักษณะอาการ

โรคหลังปลูกเชื้อ 3-5 วัน จากนั้นนำใบเป็นโรคมาแยกเชื้อบริสุทธิ์เพื่อพิสูจน์ว่าเชื้อสาเหตุที่ทำให้พืชเป็นโรคเป็นชนิดเดียวกับที่แยกได้ในครั้งแรกหรือไม่

6. การตรวจสอบด้วยวิธี ELISA เป็นวิธีการจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียโดยวิธีทางเซรุ่มวิทยา ด้วยชุดตรวจสอบที่สั่งนำเข้าจากต่างประเทศ โดยนำเชื้อแบคทีเรียที่แยกบริสุทธิ์มาเลี้ยงเพิ่มปริมาณในอาหารเหลวและนำมาตรวจสอบตามขั้นตอนที่แนะนำ

2.2.3 การตรวจสอบเชื้อไวรัส

1) ปลูกสังเกตลักษณะอาการโรคบนต้นกล้า (Seedling symptom test) โดยเพาะเมล็ดพันธุ์ในดินอบฆ่าเชื้อ ตัวอย่าง 50-200 เมล็ด เก็บรักษาไว้ในโรงปลูกพืชกันแมลงเมื่อต้นพืชมีใบจริง 1-2 ใบ จึงตรวจสอบลักษณะอาการโรค ต้นกล้าที่แสดงอาการผิดปกติ สงสัยว่ามีสาเหตุจากเชื้อไวรัสจะนำใบอ่อนไปตรวจสอบด้วยวิธีการอื่นเพื่อจำแนกชนิดต่อไป

2) ปลูกเชื้อบนพืชทดสอบ (Infectivity test) เตรียมน้ำคั้นพืชสาหรับทดสอบโดยบดใบพืชที่แสดงอาการผิดปกติในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (ตรวจสอบเชื้อไวรัสใช้ 0.1 M phosphate buffer pH 7.0) โดยใช้ใบพืชหนัก 1 กรัมต่อบัฟเฟอร์ 2 มิลลิลิตร ในสภาพเย็น จากนั้นใช้สำลีหรือนิ้วที่สะอาดจุ่มน้ำคั้นพืชทำลงบนใบพืชทดสอบ ซึ่งโรยด้วยผงคาร์โบรันดัม (carborundum ขนาด 600 mesh) หลังจากปลูกเชื้อแล้ว 5 นาที ล้างใบพืชและนำพืชทดสอบไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส สังเกตลักษณะอาการบนพืชทดสอบหลังปลูกเชื้อเป็นเวลา 1-4 สัปดาห์ โดยพืชทดสอบจะแสดงอาการแผลเฉพาะแห่ง (local lesion) หรืออาการแบบกระจายทั่วลำต้น (systemic infection)

3) การตรวจสอบด้วยวิธีทางเซรุ่มวิทยา (Serological techniques) การตรวจสอบด้วยวิธี Enzyme – linked Immunosorbent Assay : ELISA เป็นวิธีตรวจสอบเชื้อไวรัสที่มีความไวสูงแม้จะมีเชื้อไวรัสปริมาณต่ำหรืออนุภาคแตกหักก็สามารถตรวจได้ ให้ผลรวดเร็ว แน่นอน และยังสามารถตรวจสอบตัวอย่างได้ครั้งละจำนวนมาก วิธีการที่นำมาใช้เป็นแบบ Indirect ELISA ทำการบันทึกผล

3. การติดตามตรวจสอบศัตรูพืชในแปลงปลูกเมล็ดพันธุ์นำเข้าในพื้นที่ของเกษตรกรทำการติดตามตรวจสอบต้นพืชที่มีการนำเมล็ดพันธุ์นาเข้าไปเพาะปลูกในแปลงปลูกของเกษตรกรตามภาคต่างๆ โดยสังเกตอาการความผิดปกติของต้นพืชทั้ง โคนต้น ราก ลำต้น ใบและผลของพืช และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาการดังกล่าว นำมาตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์กาลังขยายต่ำและกล้องจุลทรรศน์กาลังขยายสูง แยกเชื้อ จัดจำแนกชนิดของเชื้อและทดสอบการเกิดโรคกับพืชในห้องปฏิบัติการเพื่อทำการวินิจฉัยเชื้อโรคศัตรูพืชอย่างละเอียด เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ประเทศไทยมีการนำเข้าข้าวโพดเพื่อการบริโภค เพื่อการอุตสาหกรรม หรือใช้เป็นอาหารสัตว์โดยนำเข้าจาก 10 ประเทศ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา บราซิล ออสเตรเลีย อินเดีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และ ไต้หวัน และประเทศไทยยังเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม(Hybrid corn) ที่ใหญ่แห่งหนึ่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศจะอยู่เขตภาคกลาง ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2554/2555 ประเทศไทย มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 8.87 ล้านไร่ ให้ผลผลิต 5.45 ล้านตัน ส่งออก 1.28 ล้านตัน ไปยังประเทศเวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย สิงคโปร์ ฯลฯ

มูลค่าประมาณ 4,315 ล้านบาท ข้าวโพดมีศัตรูพืช จำนวนทั้งหมดรวม 597 ชนิด เป็นไร 12 ชนิด แมลง 212 ชนิด รา 127 ชนิด แบคทีเรีย 23 ชนิด ไวรัส 15 ชนิด ไฟโตพลาสมา 1 ชนิด ไส้เดือนฝอย 58 ชนิด สัตว์ 4 ชนิด หอย/ทาก 1 ชนิด วัชพืช 144 ชนิด ชนิดที่จัดเป็นศัตรูพืชกักกัน (Anonymous, 2006) และยังไม่มีรายงานในประเทศไทยแต่มีรายงานในประเทศสหรัฐอเมริกา(CPC,2007;MAF,2005) ได้แก่ *Peronosclerospora sorghi, Cercospora zeae-maydis, Pantoea stewartii, Clavibacter michiganensis subsp. nebraskensis, Maize dwarf mosaic potyvirus, Wheat streak mosaic rymovirus และ Maize chlorotic mottle machlovirus* เป็นต้น สำหรับเชื้อ *Pantoea stewartii* มีรายงานแพร่ระบาดครั้งแรกในสหรัฐอเมริกาและต่อมาเข้าไปแพร่ระบาดในอิตาลีโดยติดไปกับเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้าจากสหรัฐอเมริกา (FAO,1983; CMI,1987) ซึ่งเชื้อดังกล่าวจัดเป็นศัตรูพืชกักกันในหลายๆประเทศรวมทั้งประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป (OEPP/EPPO, 1978) ในประเทศไทยเตือนใจและคณะ (2539) เคยมีการรายงานเชื้อสาเหตุ ลักษณะอาการ และการแพร่ระบาดของโรคใบจุดข้าวโพดที่พบใหม่ในประเทศไทยเช่นกัน

2. การตรวจวินิจฉัยเชื้อโรคและศัตรูพืชขั้นละเอียดกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนำเข้าจากต่างประเทศในห้องปฏิบัติการ

2.1 การตรวจสอบด้วยตาเปล่าและภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่างจากการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้าจากทุกประเทศในเบื้องต้น พบว่าลักษณะของเมล็ดมีสีเหลือง เมล็ดสมบูรณ์ สะอาด ไม่พบร่องรอยการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชหรือร่องรอยของเชื้อโรคศัตรูพืช เมล็ดพันธุ์บรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์สะอาด ปิดมิดชิด

2.2 จากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด นำเข้าจาก 10 ประเทศ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา บราซิล ออสเตรเลีย อินเดีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และ ไต้หวันและจากการตรวจวินิจฉัยเชื้อโรคและศัตรูพืชขั้นละเอียดกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในห้องปฏิบัติการ ผลการตรวจพบเชื้อราจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ *Acremonium sp, Cephaosporium acremonium. ,Drechslera turcicum., Drechslera sorghicola, Drechslera maydis, Curvularia lunata, Curvularia lpallescens , Fusarium moniliforme, Fusarium solani,* และ *Fusarium semitectum* ไม่พบศัตรูพืชเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และวัชพืชที่สำคัญด้านกักกันพืช และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ปลูกสังเกตอาการของโรคบนต้นพืชในโรงเรือน (Seedling symptom) ไม่พบอาการผิดปกติกับต้นข้าวโพด

3. การติดตามตรวจสอบศัตรูพืชในแปลงปลูกเมล็ดพันธุ์นำเข้าในพื้นที่ของเกษตรกรจากการติดตามตรวจสอบศัตรูพืชในแปลงปลูกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนำเข้าจากต่างประเทศ ในภาคเหนือ 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดตาก ลำปาง เชียงใหม่และเชียงราย และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 3 จังหวัด ได้แก่ อุดรธานี ชัยภูมิ และขอนแก่น พบอาการผิดปกติในข้าวโพดที่ จังหวัดตาก เชียงใหม่และเชียงราย และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่จังหวัด ชัยภูมิ และขอนแก่น พบเชื้อโรคบนใบของข้าวโพด จำนวน 5 โรค ได้แก่ *Drechslera turcicum, Drechslera maydis, Fusarium moniliforme, Cephaosporium acremonium* และ *Drechslera sorghicola* ซึ่งศัตรูพืชที่พบทั้งในเมล็ดพันธุ์นำเข้าและตรวจสอบโรคในแปลงปลูก ไม่ใช่ศัตรูพืชด้านกักกันพืชของประเทศไทย

สรุป

ข้าวโพด มีศัตรูพืชที่เข้าทำลายส่วนต่างๆ จำนวนทั้งหมดรวม 597 ชนิด เป็นไร 12 ชนิด แมลง 212 ชนิด รา 127 ชนิด แบคทีเรีย 23 ชนิด ไวรัส 15 ชนิด ไฟโตพลาสมา 1 ชนิด ไส้เดือนฝอย 58 ชนิด สัตว์ 4 ชนิด หอย/ทาก 1 ชนิด วัชพืช 144 ชนิด-สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ ข้าวโพดที่นำเข้าจากต่างประเทศจำนวน10 ประเทศ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา บราซิล ออสเตรเลีย อินเดีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และไต้หวัน มาตรวจสอบศัตรูพืชเบื้องต้นด้วย ตาเปล่าและภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า ลักษณะเมล็ดข้าวโพดมีสีเหลือง เมล็ดสมบูรณ์สะอาด ไม่พบร่องรอยการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชหรือร่องรอยของเชื้อโรคศัตรูพืช เมล็ดพันธุ์บรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์สะอาด ปิดมิดชิด และจากการตรวจวินิจฉัยเชื้อโรคและศัตรูพืชขั้นละเอียดที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในห้องปฏิบัติการพบเชื้อรา จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ *Acremonium sp., Cephaosporium acremonium, Drechslera turcicum, Drechslera sorghicola, Drechslera maydis, Curvularia lunata, Curvularia lpallescens, Fusarium moniliforme, Fusarium solani* และ *Fusarium semitectum* ผลการติดตามตรวจสอบศัตรูพืชในแปลงปลูกเมล็ดข้าวโพดเข้าจากต่างประเทศในภาคเหนือ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดตาก เชียงใหม่และเชียงราย และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 2 จังหวัด ได้แก่ ชัยภูมิ และขอนแก่น พบเชื้อราสาเหตุโรคพืชบนใบของข้าวโพดจำนวน 5 โรค ได้แก่ Drechslera turcicum, Drechslera maydis, Fusarium moniliforme, Cephaosporium acremonium และ Drechslera sorghicola ซึ่งศัตรูพืชที่พบทั้งใน เมล็ดพันธุ์นำเข้าและตรวจสอบโรคในแปลงปลูก ไม่ใช่ศัตรูพืชที่สำคัญด้านกักกันพืชของประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณนงพร มาอยู่ดี คุณศรีวิเศษ เกษสังข์ คุณวันเพ็ญ ศรีชาติ คุณวานิช คำพานิช และคุณโสภา มีอำนาจ ช่วยสนับสนุนและเตรียมงานในห้องปฏิบัติการ และน้องๆ ในห้องปฏิบัติการที่ช่วยสนับสนุนในการทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. **เอกสารวิชาการ ศัตรูพืชกักกันที่สำคัญของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด**. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ

นิรนาม. 2542. **พระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2542.** กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 12 หน้า.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2553. **ข้อมูลสถิตินำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ปี 2555-2557.** สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

Anonymous. 2006. **Phytosanitary Principles for the protection of plants and the application of phytosanitary measures in international trade.**

Anonymous. 2007. **International rules for seed testing. Seed Science and Technology.** Rules, Vol. 21 supplement. 287 pp.

CMI. 1987. **istribution Maps of Plant Diseases No. 41 (edition 4).** CAB International, Wallingford, UK.

Crop Protection Compendium. 2007. ed. Wallingford, UK:CPC.(http://www.cabicompendium.org/cpc)

FAO (1983) Reappearance of Erwinia stewartii in the Po Valley. FAO Plant Protection Bulletin 31, 96.

MAF BIOSECURITY NEW ZEALAND. 2005. **Maize pest.** Available source:http://www.biosecurity.govt.nz/pest/search

OEPP/EPPO. 1978. **Data sheets on quarantine organisms No. 54**, Erwinia stewartii. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 8 (2).

Schaad N.W., J.B. Jones and W.Chun. 2001. **Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria,** 3 rd edition, APS Press, St Paul, Minnesota, USA.

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตด้วยการคัดเลือกลักษณะใบธงยาว

Improvement of Rice Variety for Long Flag Leaf to Increase Yield Potential

ฐิตาพร สว่าง[1*] เฉลิมพล ภูมิไชย[1] และ ธานี ศรีวงศ์ชัย[1]

Thitaporn Sawang[1*], Chalermpol Phumichai[1] and Tanee Sreewongchai[1]

บทคัดย่อ

ใบธง เป็นใบที่มีความสำคัญในการสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืชและขนาดของใบธงมีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโดยการใช้การคัดเลือกต้นที่มีลักษณะใบธงยาว ผสมพันธุ์ระหว่างข้าวพันธุ์ กข31และCH1 ได้เมล็ดชั่วที่ F_1 ผสมกลับกับพันธุ์ กข31 และคัดเลือกต้นที่มีใบธงยาวตั้งแต่ชั่วที่ BC_1F_1 ถึงชั่วที่ BC_2F_1 ปล่อยให้ต้นที่ถูกคัดเลือกผสมตัวเอง เพื่อสร้างชั่วที่ BC_2F_2 แล้วจึงนำต้นกล้าชั่วที่ BC_2F_2 ปลูกในแปลงนา เพื่อคัดเลือกต้นที่มีใบธงยาว แล้วปล่อยให้ต้นที่ถูกคัดเลือกผสมตัวเอง เพื่อสร้างชั่วที่ BC_2F_3 และเมื่อนำมาปลูกในแปลงนาเพื่อคัดเลือกต้นที่มีใบธงยาวและให้ผลผลิตสูง สามารถคัดเลือกมาได้ทั้งหมด 8 สายพันธุ์ จึงนำไปปลูกทดสอบในแปลงนาโดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ พบว่า 3 สายพันธุ์มีใบธงยาวกว่าพันธุ์ กข31 ได้แก่ สายพันธุ์ 2.1.2.7, 24.2.10.22 และ 24.2.10.30 และสายพันธุ์ 2.1.2.7 มีความยาวใบธง และให้ผลผลิตต่อต้นดีที่สุดและดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์ กข31 ซึ่งเหมาะแก่การนำไปพัฒนาและศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะสัณฐานวิทยาของต้นข้าวกับปริมาณผลผลิตต่อไป

ABSTRACT

The flag leaf is important to produce carbohydrate for plant and flag leaf size has associated an increase grain yield. The objective of this study was to improve rice variety for high yield by long flag leaf selection. F_1 plants were obtained by crossing from RD31xCH1. The F_1 hybrids were crossed to recurrent parent to obtain BC_1F_1 (long flag leaf selection) and BC_2F_1 (long flag leaf selection) progenies. The selected BC_2F_1 plants were selfed to generate BC_2F_2 progenies. The BC_2F_2 were planted in paddy field and were selected for long flag leaf to obtain BC_2F_3. The BC_2F_3 were planted in paddy field and selected 8 lines with long flag leaf and high yield. The 8 BC_2F_3 were planted in paddy field for RCB in 3 replications. The result showed the flag leave of 2.1.2.7, 24.2.10.22 and 24.2.10.30 line were longer than RD31 and 2.1.2.7 line had the longest flag leaf and the most yield per plant better than RD31. It is suitable for development and study of the morphological characteristics of rice plants and their yield.

Key Words: flag leaf, RD31, yield component

*Corresponding author; e-mail address: thita134@gmail.com

[1] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมด 67,258 ล้านไร่ และภาคกลางเป็นพื้นที่ราบลุ่มในเขตชลประทาน สามารถทำนาปรังได้ทุกปี จึงนิยมปลูกข้าวเจ้าเพื่อการบริโภคและส่งออก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในภาคกลางมีหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์ กข31 พันธุ์ กข41 พันธุ์ปทุมธานี1 เป็นต้น (กรมการข้าว, 2559) แต่ในปัจจุบันการปลูกข้าวประสบกับปัญหาภัยธรรมชาติอย่างรุนแรง เช่น สภาวะแล้ง น้ำท่วม อากาศร้อนหรือหนาวจัด เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถปลูกข้าวได้ผลผลิตตามที่ต้องการ และพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวลดลง การปลูกข้าวที่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงขึ้นจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถช่วยให้เกษตรกรได้ผลผลิตข้าวมากขึ้นในพื้นที่เพาะปลูกที่จำกัด การปรับปรุงขนาดและรูปทรงของใบข้าวเป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะทำให้ได้พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง เนื่องจากใบธงมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงของต้นข้าว (Yue *et al*.,2006) ด้วยวิธีการผสมกลับ (Hasan, 2015) ร่วมกับการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะใบธงยาว เนื่องจากใบเป็นแหล่งสร้างคาร์ไฮเดรตหลักในพืช และสำหรับข้าวการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นที่ใบธงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ (Li *et al*., 1998) คาร์โบไฮเดรตที่ถูกสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงของใบจะถูกดึงไปสะสมในเมล็ดข้าวในช่วงระยะการสร้างเมล็ดข้าว (สุพัตรา, 2561) งานวิจัยครั้งนี้เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวด้วยวิธีการผสมกลับระหว่างข้าวพันธุ์ กข 31 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในเขตพื้นที่นาชลประทาน กับข้าวพันธุ์ CH1 ที่มีใบธงยาวและตั้งตรง แต่ไม่ต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว เพื่อให้ได้ข้าวพันธุ์ใหม่ที่มีขนาดใบธงที่ยาวและใหญ่ขึ้น แต่ยังคงลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ ที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวในเขตพื้นที่นาชลประทาน

อุปกรณ์และวิธีการ

การผสมพันธุ์ข้าวในแต่ละชั่ว

1. ปลูกข้าวพันธุ์ กข31 ที่มีความยาวใบธง 20.6±1.7 เซนติเมตร เป็นพันธุ์รับ และข้าวพันธุ์ CH1 ที่มีความยาวใบธง 47.5±2.7 เซนติเมตร เป็นพันธุ์ให้ โดยปลูกพันธุ์ละ 5 กระถาง กระถางละ 4 ต้น ดูแลจนต้นข้าวออกดอกพร้อมผสมพันธุ์ สำหรับต้นข้าวที่ใช้เป็นพันธุ์รับเมื่อข้าวออกดอก กำจัดเกสรเพศผู้ (emasculation) ด้วยวิธีการอบไอน้ำร้อน 45 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที (hot-air method) แล้วจึงนำเกสรเพศผู้จากข้าวที่ใช้เป็นพันธุ์ให้มาผสม (Jennings *et al*., 1979)

2. นำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ F_1 มาปลูกคัดเลือกและผสมกลับกับพันธุ์ กข31 ซึ่งเป็นพันธุ์รับ ได้เมล็ดลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_1 จากนั้นจึงปลูกเพื่อคัดเลือกต้นที่มีใบธงยาวและนำต้นที่คัดเลือกแล้วผสมกลับกับพันธุ์ กข31 เพื่อสร้างเมล็ดลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_1 นำเมล็ดที่ได้มาปลูกและคัดเลือกต้นที่มีใบธงยาวแล้วปล่อยให้ผสมตัวเองเพื่อสร้างเมล็ดลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_2 นำเมล็ดมาปลูกในแปลงนาเก็บข้อมูลความยาวใบธงและองค์ประกอบผลผลิตเพื่อคัดเลือกและนำเมล็ดไปปลูกเพื่อสร้างเมล็ด BC_2F_3 เก็บเมล็ดแยกแต่ละสายพันธุ์เพื่อนำไปปลูกทดสอบผลผลิต โดยแผนผังการปรับปรุงพันธุ์แสดงดังภาพที่ 1 (Figure 1)

การคัดเลือกต้นที่มีใบธงยาวและการปลูกทดสอบผลผลิต

1. สร้างลูกผสมชั่วที่ F_1 จากการผสมกันระหว่างข้าวพันธุ์ กข31 เป็นพันธุ์รับมีความยาวใบธงเฉลี่ย 20.6±1.7 เซนติเมตร ผสมกับข้าวพันธุ์ CH1 เป็นพันธุ์ให้ที่มีที่มีความยาวใบธงเฉลี่ย 47.5±2.7 เซนติเมตรซึ่งมีลักษณะใบธงยาวกว่าพันธุ์รับ โดยความยาวใบธงของข้าวทั้งสองพันธุ์แตกต่างตามการหลักการวัดความยาวใบสามใบด้านบนลำต้นข้าวที่จัดกลุ่มได้ดังนี้: สั้นมาก (น้อยกว่า 21 ซม.) สั้น (21–40 ซม.) ปานกลาง (41–60 ซม.) ยาว (61–80 ซม.) และ ยาวเป็นพิเศษ (มากกว่า 80 ซม.) (Jockson, 2010)

2. ผสมกลับระหว่างลูกผสมชั่วที่ F_1 กับข้าวพันธุ์ กข31 จนได้ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_1 แล้วจึงคัดเลือกต้นที่มีลักษณะใบธงยาวตั้งแต่ 30 เซนติเมตรขึ้นไป ผสมกลับกับข้าวพันธุ์ กข31 อีกครั้ง ได้ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_1

3. นำเมล็ดชั่วที่ BC_2F_1 ทั้งหมดไปปลูกแล้วคัดเลือกต้นที่มีความยาวใบธงมากกว่า 30 เซนติเมตร จากนั้นจึงปล่อยให้ต้นที่ถูกเลือกผสมตัวเองและเก็บเมล็ดที่ได้โดยการเก็บแยกต้น ได้เมล็ดลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_2

4. นำเมล็ดชั่วที่ BC_2F_2 ทั้งหมดที่คัดเลือกได้ในขั้นตอนที่ 3 มาปลูกซึ่งเหลือต้นกล้าที่สามารถเจริญเติบโตต่อได้จำนวน 50 สายพันธุ์ ไปปลูกในแปลงนาโดยปลูก แบบ 1 สายพันธุ์ต่อ 2 แถว แถวละ 20 ต้น จากนั้นจึงคัดเลือกต้นที่มีใบธงยาวตามการจัดกลุ่มความยาวใบในขั้นตอนที่ 1 และให้ผลผลิตสูง โดยการวัดความยาวของใบธงข้าวและเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว ได้เมล็ดลูกผสมกลับชั่วที่ BC2F3

5. คัดเลือกลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_3 จากขั้นตอนที่ 4 ที่มีความยาวใบธงมากที่สุดและให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงที่สุดในประชากร BC_2F_3 คัดเลือกมาได้ทั้งหมด 8 สายพันธุ์ นำเมล็ดที่คัดเลือกได้ไปปลูกในแปลงนาเพื่อทดสอบผลผลิตเบื้องต้นร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) จำนวน 3 ซ้ำ ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร และปลูกสายพันธุ์ละ 10 ต้น โดยสุ่มเก็บข้อมูลความยาวใบธง ข้อมูลลักษณะทางการเกษตร และข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเม็ดต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่อต้น) สายพันธุ์ละ 5 ต้นต่อซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ยแล้วนำไปวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Least significant difference

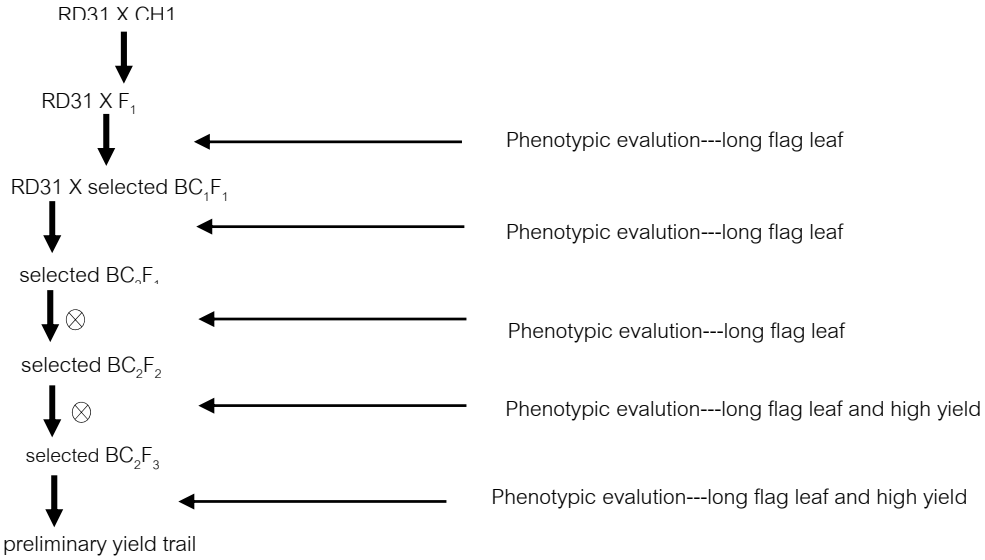


Figure 1 Flow chart of breeding program.

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การถ่ายทอดลักษณะความยาวใบธงในชั่วที่ F_1

จากการบันทึกข้อมูลความยาวใบธงข้าวพันธุ์ กข31 ซึ่งเป็นพันธุ์รับและพันธุ์ CH1 เป็นพันธุ์ให้ พบว่ามีความยาวใบธงเฉลี่ย 20.6±1.7 เซนติเมตร และ 47.5±2.7 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อผสมพันธุ์ข้าวทั้งสองพันธุ์ได้คู่ผสม กข31/CH1 เป็นลูกผสมชั่วที่ F_1 จำนวนทั้งหมด 288 ต้น มีความยาวใบธงเฉลี่ย 30.9±6.1 เซนติเมตร น้อยกว่า 34.05 เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่ากึ่งกลางระหว่างพันธุ์ให้และพันธุ์รับ และมีค่าความยาวใบธงค่อนไปทางพันธุ์รับ เนื่องจากลักษณะความยาวใบธงเป็นลักษณะเชิงปริมาณที่ควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่ง (QTL) (Yue *et al.*, 2006) และสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของยีนส่งผลให้ประชากรลูกผสมชั่วที่ F_1 เกิดความแปรปรวนในลักษณะความยาวของใบธง

การคัดเลือกต้นที่มีใบธงยาวเพื่อสร้างลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_1 และ BC_2F_1

ผสมกลับลูกผสมชั่วที่ F_1กับข้าวพันธุ์ กข31 ได้ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_1F_1 จำนวน 154 ต้น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวใบธงเท่ากับ 30.44±9.8 เซนติเมตร เมื่อศึกษาการกระจายตัวของลักษณะความยาวใบธงพบว่า มีอัตราส่วนระหว่างใบธงสั้นมากต่อใบธงปานกลางเท่ากับ 90:64 ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p<0.05$) แสดงว่าความยาวใบธงถูกควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่ง จากนั้นจึงคัดเลือกต้นที่มีความยาวใบธงมากกว่า 30 เซนติเมตร พบว่ามีจำนวนทั้งหมด 66 ต้น มีค่าเฉลี่ยความยาวใบธงเท่ากับ 35.85±5.6 เซนติเมตร แล้วจึงนำต้นที่คัดเลือกได้ มาผสมกลับกับข้าวพันธุ์ กข31 เพื่อสร้างลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_1 ได้เมล็ดลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_1 จำนวน 246 เมล็ดมาปลูก และวัดค่าความยาวใบธงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.33±5.6 เซนติเมตร เมื่อศึกษาการกระจายตัวของลักษณะความยาวใบธง ผลแสดงตามตารางที่ 2 (Figure 2)

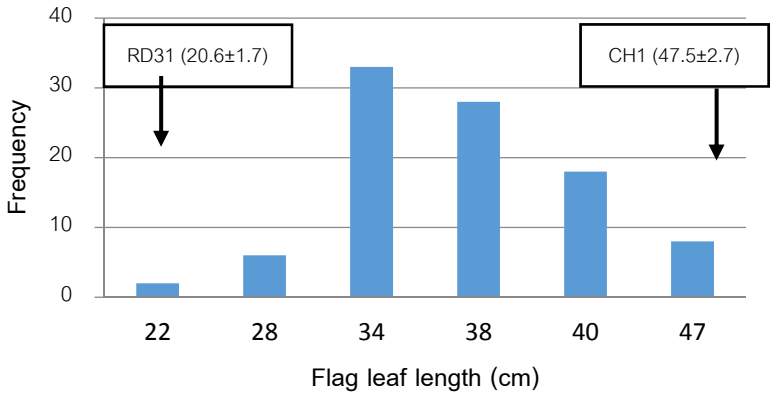


Figure 2 Frequency distributions of flag leaf length (cm) in BC_2F_2 populations of RD31xCH1. (male parent (CH1) flag leaf length = 47.5±2.7 cm, female parent (RD31) flag leaf length = 20.6±1.7 cm)

อัตราส่วนระหว่างใบธงสั้นมากต่อใบธงปานกลางเท่ากับ 73:36 ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p<0.05$) แสดงว่าความยาวใบธงถูกควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่ง และได้คัดเลือกต้นที่มีความยาวใบธงมากกว่า 30 เซนติเมตร สามารถคัดเลือกได้ 73 ต้น มีค่าเฉลี่ยความยาวใบธงเท่ากับ 40.6±3.5 เซนติเมตร จากนั้นปล่อยให้ผสมตัวเองได้ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_2 และเมื่อนำเมล็ดไปปลูกพบว่า ประชากรชั่วที่ BC_2F_2 มีความยาวใบธงที่แตกต่างกัน และจากการศึกษาการกระจายตัวของลักษณะความยาวใบธงพบว่า มีอัตราส่วน

ระหว่างใบธงสั้นมากต่อใบธงปานกลางเท่ากับ 86:9 ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p<0.05$) แสดงว่าความยาวใบธงถูกควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่งสอดคล้องกับ Wang *et al*. (2011) ได้ศึกษาแผนที่ยีน QTL (*qFL1*) บนโครโมโซมที่ 1 ควบคุมความยาวของใบธง จากประชากรชั่วที่ BC_2F_3 และ BC_3F_2 ของคู่ผสมระหว่างข้าวพันธุ์ Zhenshan 97 และ 93-11 พบว่ามีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว นอกจากนี้ Mei *et al*. (2003) ได้ค้นพบยีน 2 QTLs ควบคุมลักษณะใบธงยาวจากประชากร Recombination Inbred Line (RIL) ของคู่ผสมระหว่างข้าวพันธุ์ Lemont และTeqing และYue *et al*. (2006) ได้ค้นพบยีน 7 QTLs ควบคุมลักษณะใบธงยาวจากประชากร RIL ของคู่ผสมระหว่างข้าวพันธุ์ Zhenshan 97 และIRAT 109

การปลูกและคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีใบธงยาวเพื่อนำไปทดสอบผลผลิต

การคัดเลือกได้ลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_2 คัดเลือกเฉพาะต้นที่มีใบธงยาวมากกว่า 30 เซนติเมตรและพันธุ์รับ คาดว่าต้นที่คัดเลือกมามีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์รับสอดคล้องกับ Tsukaya (2005) รายงานว่าขนาดของใบ (ความยาว ความกว้าง และพื้นที่ใบ) เป็นตัวกำหนดหลักของสถาปัตยกรรมพืชและมีผลต่อประสิทธิภาพผลผลิตของพืช จึงได้คัดเลือกต้นลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_2 จำนวน 50 สายพันธุ์ เพาะเมล็ดจนถึงระยะกล้า นำต้นกล้าของแต่ละสายพันธุ์มาปลูกแบบ 1 ต้นต่อ 2 แถว แถวละ 20 ต้น คัดเลือกต้นลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_3 ที่ใบธงยาวมากกว่า 30 เซนติเมตรและให้ผลผลิตสูงได้จำนวน 8 สายพันธุ์ เนื่องจากมีความยาวใบธงผันแปรอยู่ระหว่าง 50 - 64.5 เซนติเมตร และน้ำหนักเมล็ดดีต่อต้นผันแปรอยู่ระหว่าง 19.2 - 53.3 กรัม บางสายพันธุ์มีน้ำหนักเมล็ดดีสูงกว่าพันธุ์ กข31 และ CH1 ซึ่งเป็นพันธุ์พ่อแม่ที่มีน้ำหนักเมล็ดดีเท่ากับ 20.8 และ 18.3 กรัม ตามลำดับ เมื่อปล่อยให้ผสมตัวเองแล้วจึงเก็บเกี่ยวแต่ละต้นแยกจากกันเพื่อนำไปทดสอบผลผลิต

การปลูกทดสอบผลผลิตสายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือก

ปลูกทดสอบผลผลิตข้าวลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_3 จำนวน 8 สายพันธุ์ เมื่อนำผลการบันทึกข้อมูลความยาวใบธง ลักษณะทางการเกษตร (Table 1) และองค์ประกอบผลผลิต (Table 2) มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าความยาวใบธงของลูกผสมกลับชั่วที่ BC_2F_2 ทั้ง 8 สายพันธุ์และพันธุ์เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 2.1.2.7, 24.2.10.22 และ 24.2.10.30 ที่มีลักษณะดีเด่นที่สุด ซึ่งมีความยาวใบธงอยู่ในกลุ่มเดียวกับพันธุ์ CH1 (45.95±6.4 เซนติเมตร) มีความยาวใบธงผันแปรอยู่ระหว่าง 42.81 – 49.18 เซนติเมตร และมีความยาวใบธงมากกว่าพันธุ์ กข31 (34.62±3.3 เซนติเมตร) ทั้งนี้สามารถแบ่งกลุ่มความยาวใบธงของทั้ง 3 สายพันธุ์ได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม ส่วนสายพันธุ์ที่มีความยาวใบธงอยู่ในกลุ่มเดียวกับพันธุ์ กข31 ซึ่งเป็นพันธุ์รับอาจเกิดจากการกระจายตัวของลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่งและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกและพบว่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของสายพันธุ์ 2.1.2.7 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์พ่อ (CH1) แต่เมื่อเทียบกับพันธุ์แม่ (กข31) และสายพันธุ์อื่นจะพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีใบธงยาวเนื่องจากความยาวของใบธงอาจจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Yue *et al*. (2006) พบว่าพื้นที่ใบเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากเป็นปัจจัยที่กำหนดศักยภาพผลผลิตทางอัตราการสังเคราะห์แสง ซึ่งสัมพันธ์กับผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

Table 1 Characterization of agronomic traits of yield trail season.

Line	FLD[a]	PH (cm)[a]	FLL (cm)[a]	PL (cm)[a]	TN[a]	HI[a]
21.2.2.13	88.00 [c]	95.43±0.8 [de]	39.77±3.5[cde]	27.60±0.3	15.37±1.5[ab]	0.41±0.1 [bc]
2.6.1.34	88.00 [c]	114.00±1.9[a]	41.48±4.9 [cd]	27.07±1.7	13.57±1.2[abc]	0.26 [f]
2.1.2.5	88.67±1.2 [bc]	91.90±4.2 [e]	38.22±4.3 [ef]	26.50±0.4	12.33±0.9 [cd]	0.40±0.1 [bcd]
2.1.2.7	88.00 [c]	85.70±1.7 [f]	42.90±4.7 [bc]	27.40±1.6	16.10±2.8[a]	0.51[a]
24.2.10.22	88.33±0.6 [bc]	113.57±0.5[a]	42.81±5.7 [bc]	28.53±1.2	12.90±1.3 [bcd]	0.33 [de]
24.2.10.29	89.33±1.2 [b]	101.10±4.5 [bc]	40.11±5.0[cde]	27.67±1.0	9.23±1.0 [e]	0.45[abc]
2.1.2.32	89.33±1.2 [b]	99.57±2.2 [cd]	36.47±4.7 [ef]	27.80±1.0	13.03±1.2 [bc]	0.39 [cd]
24.2.10.30	89.33±1.2 [b]	104.33±1.8 [b]	49.18±5.3[a]	28.50±1.2	10.90±2.4 [cde]	0.27 [ef]
CH1	91[a]	85.67±0.7 [f]	45.95±6.5[ab]	26.67±0.8	10.00±1.3 [de]	0.46[ab]
RD31	88.00 [c]	99.57±3.1 [cd]	34.62±3.3 [f]	27.53±1.0	15.53±3.0[ab]	0.38±0.1 [cd]
F-test	**	**	**	ns	**	**
%CV	0.8696	2.66	5.57	4.17	13.60	10.08

** Significant difference of 99%

[a] FLD: flowering date 50%, PH: plant height, FLL: flag leaf length, PL: panicle length, TN: tiller number, HI: harvest index

Table 2 Characterization of yield and yield components of yield trail season.

Line	PN[b] (panicle)	GN[b] (grain)	TGN[b] (grain)	100-grain wt. (g)	Yield per plant (g)	Grain yield (t ha^{-1})
21.2.2.13	14.47±1.3[abc]	96.43±0.5[cd]	134.00±8.3[cde]	2.63±0.2 [b]	24.90±7.0 [b]	6.22±5.4 [b]
2.6.1.34	12.80±0.8[bc]	88.47±14.3[cd]	139.00±18.3[cde]	2.80[ab]	13.30±0.6 [cd]	3.33±1.1 [cd]
2.1.2.5	11.70±1.0[cde]	107.00±15.4[c]	156.43±13.0 [bc]	2.60±0.1 [b]	18.60±4.4 [bcd]	4.65±0.1 [bcd]
2.1.2.7	15.77±2.8[a]	114.00±13.5[bc]	157.57±15.9 [bc]	2.60 [b]	34.60±6.6[a]	8.64±1.1[a]
24.2.10.22	12.23±1.5 [bcd]	99.90±11.0 [cd]	171.70±20.1 [b]	2.60±0.1 [b]	17.27±4.5 [bcd]	4.31±0.1 [bcd]
24.2.10.29	8.67±0.9 [f]	153.63±12.5[a]	212.20±15.9[a]	2.50±0.1 [b]	19.77±4.0 [bc]	4.94±0.6 [bc]
2.1.2.32	12.20±1.2 [bcd]	111.10±7.7 [c]	152.77±21.0[bcd]	2.67±0.1 [b]	19.17±2.3 [bcd]	4.79±0.7 [bcd]
24.2.10.30	9.43±2.2 [def]	72.67±21.2 [d]	112.37±26.0 [e]	2.53±0.2 [b]	11.63±3.2 [d]	2.92±1.2 [d]
CH1	9.23±1.3 [ef]	140.90±31.2[ab]	209.03±13.5[a]	2.03±0.1 [c]	17.03±1.2 [bcd]	4.25±1.0 [bcd]
RD31	15.10±2.8[ab]	90.57±8.6 [cd]	123.00±13.5 [de]	3.07±0.1[a]	21.60±6.0 [b]	5.40±0.2 [b]
F-test	**	**	**	**	**	**
%CV	14.07	15.18	11.57	7.36	23.82	23.77

** Significant difference of 99%

[b] PN: panicle number per plant, GN: grain number per plant, TGN: total grain number per panicle

สรุป

โดยเกิดจากมีการถ่ายทอดยีนที่ควบคุมลักษณะความยาวใบธงของข้าวพันธุ์ CH1 มาให้กับพันธุ์ กข31 และนอกจากนี้ยังพบว่า สายพันธุ์ 2.1.2.7 มีลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบผลผลิตดีเด่นที่สุดและดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์ กข31 แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการที่สายพันธุ์ 2.1.2.7 ให้ผลผลิตสูงนั้นอาจไม่ได้เป็นผลมาจากความยาวใบธงที่เพิ่มขึ้นเพียงปัจจัยเดียว กล่าวคือการเพิ่มขึ้นของผลผลิตอาจได้รับอิทธิพลมาจากการเพิ่มขึ้นของลักษณะทางการเกษตร เช่น จำนวนหน่อต่อต้นมากขึ้น หรือองค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนรวงต่อต้นเพิ่มมากขึ้น เป็นต้น ซึ่งสายพันธุ์ 2.1.2.7 เหมาะแก่การนำไปพัฒนาและศึกษาหาความสัมพันธ์ของลักษณะสัณฐานวิทยาของต้นข้าวกับปริมาณผลผลิตได้ต่อไปการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิต ด้วยการคัดเลือกลักษณะใบธงยาว โดยใช้คู่ผสมของข้าวพันธุ์ กข31/CH1 พบว่าจากการคัดเลือกตั้งแต่ชั่วที่ F_1 ถึง BC_2F_3 สามารถคัดเลือกต้นที่มีใบธงยาวที่สุด 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 2.1.2.7, 24.2.10.22 และ 24.2.10.30 มีความยาวใบธง 42.90, 42.81 และ49.18 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งยาวกว่าพันธุ์ กข31 ที่เป็นพันธุ์แม่และจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความยาวใบธงปานกลาง และเมื่อพิจารณาผลผลิตจากทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ 2.1.2.7 ให้ผลผลิตต่อต้นสูงที่สุด 34.60 กรัม สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆรวมทั้งพันธุ์ CH1 และกข31 ที่เป็นพันธุ์พ่อแม่

เอกสารอ้างอิง

กองวิจัยและพัฒนาข้าว. 2559. **พันธุ์ข้าวรับรองที่นิยมปลูกในปัจจุบัน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุพัตรา นราวัฒนา, พัณณ์ชิตา เวชสาร, บังอร ธรรมสามิสรณ์, อุไรวรรณ คชสถิต, รื่นฤดี แก้วชื่นชัย, พิราวรรณ บุญเสริม และ พิทวัส วิชัยดิษฐ. 2561. ความหลากหลายทางกายวิภาคของใบธงในกลุ่มประชากรข้าว RDP1 และความสัมพันธ์กับการสังเคราะห์แสง, น. 160-169. *ใน* **เอกสารการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 35**. กรมการข้าว, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2560**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Hasan, M.M., M.Y. Rafii, M.R. Ismail, M. Mahmood, H.A. Rahim, A. Alam, S. Ashkani, A. Malek and M.A. Latif. 2015. Marker-assisted backcrossing: a useful method for rice improvement. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**. 29(2): 237-254.

Jennings, P. R., W.R. Coffman and H.E. Kauffman. 1979. **Rice improvement**. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.

Jockson, M.T. 2010. International Rice gene bank operations manual. **Germplasm Characterization and Evaluation**, pp. 34–40.

Li, Z.K., S.R. Pinson, J.W. Stansel and A.H. Paterson. 1998. Genetic dissection of the source-sink relationship affecting fecundity and yield in rice (*Oryza sativa* L.). **Molecular Breeding**. 4: 419–426.

Mei, H.W., L.J. Luo, C.S. Ying, Y.P. Wang, X.Q. Yu, L.B. Guo, A.H. Paterson and Z.K. Li. 2003. Gene actions of QTLs affecting several agronomic traits resolved in a recombinant inbred rice population and two testcross populations. **Theoretical and Applied Genetics.** 107:89–101.

Peng, S., G.S. Khush., P. Virk., Q. Tang and Y. Zou. 2008. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. **Field Crops Research.** 108: 32–38.

Tsukaya, H. 2005. Leaf shape: genetic controls and environmentalfactors. **The International Journal of Developmental Biology**. 49: 547–555.

Wang, P., G. Zhou, H. Yu and S. Yu. 2011. Fine mapping a major QTL for flag leaf size and yield-related traits in rice. **Theoretical and Applied Genetics.** 123: 1319–1330.

Yue, B., W. Y., Xue., L.J. Luo and Y.Z. Xing. 2006. QTL analysis for flag leaf characteristics and their relationships with yield and yield traits in rice. **Acta Genetica Sinica.** 33: 824–832.

เสถียรภาพการให้ผลผลิตของข้าวลูกผสมสายพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พันธุ์ KUH1 และ KUH2

Yield Stability of Kasetsart University's Promising Hybrid Rice KUH1 and KUH2 Cultivars

ภาคภูมิ เนตนิล[1*] สุภาพร จันทร์บัวทอง[2] วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร[1] เฉลิมพล ภูมิไชย์ ประภา ศรีพิจิตต์[1] และ ธานี ศรีวงค์ชัย[1]

Parkpoom Natnil[1*] Supaporn Junbuathong[2], Weerachai Matthayatthaworn[1], Chalermpol Phumichai[1] Prapa Sripichitt[1] and Tanee Sreewongchai[1]

บทคัดย่อ

การประเมินศักยภาพในการให้ผลิตของข้าวลูกผสมสายพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ KUH1 และ KUH2 ในฤดูนาปี พ.ศ. 2557 - 2558 ณ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า ข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 และ KUH2 มีผลผลิตค่อนข้างดีเฉลี่ย 692.24 และ 629.18 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งสองสายพันธุ์ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และยังแสดงศักยภาพได้ไม่เต็มที่เนื่องจากมีอัตราการติดเมล็ดต่ำ ร้อยละ 60.86 และ 54.07 อาจเป็นผลมาจากการจัดการด้านปัจจัยการผลิตไม่เหมาะสมกับข้าวลูกผสม ผลการวิเคราะห์รีเกรสชันเส้นตรง (b_i) (พันธุ์ที่มีเสถียรภาพดี ต้องมีค่า รีเกรสชันเส้นตรง (b_i) เท่ากับ 1 หรือใกล้เคียง 1ค่า slope) ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวแต่ละพันธุ์บนค่าเฉลี่ยผลผลิตรวมของข้าวทุกพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อม พบว่าข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 และ KUH2 มีเสถียรภาพโดยเฉลี่ยดี ค่า slope เท่ากับ 1.01 และ 1.09

ABSTRACT

Evaluation of Kasetsart University's promising hybrid rice KUH1 and KUH2 varieties was used Stability Testing in season of 2014 - 2015, Pathum Thani Rice Research Center and Chinat Rice Research Center. RCBD with four replicates was used in this study. The results show that KUH1 and KUH2 were yields averaged 692.24 and 629.18 kg./rai, respectively. It also has not shown its full potential due to the low seed setting rate. As a result, production management may not be suitable for hybrid rice. The linear regression analysis using the slope (b_i) of the average yield of each rice variety on the average yield of all rice varieties in the environment was found that the KUH1 and KUH2 had the same slope 1.01 and 1.09, respectively showed that the mating rice was stable on average.

Key Words: Hybrid rice, Yield, Stability

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

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

[2] ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

[2] Pathumthani Rice Research Center, Rice Research and Development Division, Rice Department, Thanyaburi, Pathumthani 12110

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ มีพื้นที่ปลูกข้าวถึง 69.76ล้านไร่ โดยปลูกข้าวนาปี 57.18 ล้านไร่ และนาปรัง ประมาณ 12.61 ล้านไร่ พื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานมีประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งประเทศ กระจายอยู่ใน ภูมิภาคต่างๆ รวมทั้งในภาคกลาง ซึ่งมีประมาณ 700,000ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) โดยภาคกลาง มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตชลประทาน เช่น จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดชัยนาท อีกในหลายพื้นที่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

ปัจจุบัน พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูก พันธุ์ที่นิยมปลูกมีอยู่หลายสายพันธุ์ เช่น กข31(RD31) และ กข41(RD41) ซึ่งสองพันธุ์ นี้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตต่อไร่ดี และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมพื้นที่ภาคกลางได้ดี

ประเทศไทยได้พัฒนาข้าวลูกผสมตั้งแต่ปี พ.ศ.2522 โดยในช่วงแรกกรมการข้าวนำเข้าพันธุ์จากประเทศจีนมาทดสอบ-และคัดเลือกพันธุ์ แต่เนื่องจากข้อจำกัดของพันธุ์ข้าวลูกผสมที่นำเข้ามายังไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย มีการปรับตัวไม่ดีถึงแม้จะมีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวในประเทศบางพันธุ์ แต่มีปัญหาการติดเมล็ดค่อนข้างต่ำ (บริบูรณ์ และปัทมา, 2550) เนื่องจากข้าวเป็นพืชผสมตัวเอง โอกาสของการผสมพันธุ์ข้ามระหว่างต้นมีน้อยมาก จึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการทำให้สายพันธุ์ข้าวที่ใช้เป็นสายพันธุ์แม่มีเกสรเพศผู้เป็นหมัน เพื่อผสมพันธุ์กับสายพันธุ์ที่มีเกสรเพศผู้ปกติ และมีลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อการผสมข้ามได้ดี เพื่อการผลิตเมล็ดข้าวลูกผสมให้ได้ปริมาณมาก– (สงกรานต์ และคณะ, 2529) โดยเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 เมื่อนำไปปลูกแล้วต้องแสดงความดีเด่นและให้ผลผลิตสูงกว่าพ่อแม่ที่เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line) อย่างน้อยร้อยละ 20 โดยนักพันธุศาสตร์เรียกปรากฏการณ์ที่ข้าวลูกผสมแสดงออกถึงลักษณะทางพันธุกรรมที่รวมกันแล้วให้ผลผลิตที่ดีกว่าพันธุ์พ่อแม่ ว่า hybrid vigor หรือ heterobeltiosis วรวิทย์, 2533; สุชาติ และคณะ 2549; Yuan *et al*., 2003)

พันธุ์หรือสายพันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้กว้างขวาง (stability) ควรจะมีค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมของพืช และสภาพแวดล้อม (genotype and environment interaction, G x E) ต่ำ ในขณะที่สายพันธุ์บริสุทธิ์หรือพันธุ์ลูกผสม (hybrid variety) จะมีค่า G x E สูงเนื่องจากต้นพืชตอบสนองเฉพาะสภาพแวดล้อมใดสภาพแวดล้อมหนึ่งที่เหมาะสมเท่านั้น (พีระศักดิ์, 2525)

พันธุ์ที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดีควรจะเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงและมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ 1 หรือไม่แตกต่างไปจาก 1 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันของพันธุ์ที่ i ในสภาพแวดล้อมที่ j d_{ij} น้อยหรือไม่แตกต่างทางสถิติซึ่งพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูงสุด คือ พันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (bi) เท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึง เมื่อดัชนีสิ่งแวดล้อม (environmental index) เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย พันธุ์นั้นจะให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย ตามดัชนีสิ่งแวดล้อมโดยไม่มีปฏิสัมพันธ์แบบผกผัน หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อมไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พันธุ์ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้ทั่วไป (General adaptation) มีผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพไม่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมมากนัก ควรเป็น พันธุ์หรือสายพันธุ์ ที่ถูกคัดเลือกไว้ พันธุ์ที่มีเสถียรภาพดีตามวิธีการของ Finlay และ Wilkinson, (1963) ต้องเป็นพันธุ์ที่ให้ ผลผลิตเฉลี่ยสูง และมีค่า b_i เท่ากับ 1 หรือใกล้เคียง 1

ในปี พ.ศ.2554 คณะกรรมการบริหารกรมการข้าวมีมติให้รับรองพันธุ์ข้าวลูกผสมพันธุ์ กขผ1 ภาควิชา

พืชไร่นาคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้พัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง จำนวน 2 พันธุ์คือ KUH1 (IR80151A/CH1) และ KUH2 (IR80151A/CH4) แต่ยังไม่ได้มีการเปรียบเทียบในหลายสถานที่ หรือหลาย ๆ ปี ทั้งนี้ การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม จะทำให้ทราบถึงความสามารถ-ของข้าวทั้งสองพันธุ์นั้น ว่ามีความสามารถตอบสนองได้ดีในเฉพาะสภาพแวดล้อมหรือในหลายสภาพแวดล้อม ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบศักยภาพในการให้ผลผลิต และทดสอบเสถียรภาพของข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 และ KUH2

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ โดยปลูกข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 และ KUH2 สายพันธุ์พ่อ (R line) พันธุ์ CH1 และ CH4 เปรียบเทียบกับข้าวลูกผสมพันธุ์ RDH1 และข้าวพันธุ์บริสุทธิ์พันธุ์ RD31 และ RD41 ของกรมการข้าว จำนวน 2 ฤดูปลูกได้แก่ ฤดูนาปรัง 2557 และ ฤดูนาปี 2558 ในแปลงทดลอง 2 แห่งได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี(PTT) และศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท(CNT)

จัดกรรมวิธีทดลองแบบ 2 × 2 × 2 factorial เพาะเมล็ดข้าวลงในแปลงเพาะกล้า เมื่อกล้าข้าวมีอายุ 30 วัน ย้ายไปปลูกในแปลงทดลองด้วยวิธีการปักดำ ระยะปักดำ 20×20 เซนติเมตร แปลงย่อยขนาด 2 x 3 เมตร แปลงย่อยละ 10 แถว แถวละ 15 ต้น มีการใส่ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O อัตรา 18-9-9 กิโลกรัม

การเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวอายุ 30 วันหลังออกดอก โดยเก็บเกี่ยว 4 แถวกลาง ไม่เก็บเกี่ยวแถวข้างและแถวหัว-ท้ายแปลง ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว 0.80 x 2.6 เมตร หลังเก็บเกี่ยวนำมานวด ฝัด ตาก ทำความสะอาด ชั่งน้ำหนัก แล้วจึงคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่ที่ระดับความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

การบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลวันตกล้า วันปักดำ ความสูง การแตกกอ และน้ำหนักผลผลิต

นำผลผลิตมา วิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้โปรแกรม STAR และวิเคราะห์เสถียรภาพตามวิธีการของ Finlay และWilkinson (1963) โดยใช้ โปรแกรม PBTools

$$Y_{ij} = M + a_i + b_i + I_j + d_{ij}$$

เมื่อ

Y_{ij} = ผลผลิตของพันธุ์ที่ i ในสภาพแวดล้อมที่ j

M = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ในทุกสภาพแวดล้อม

a_i = ค่าเบี่ยงเบนของผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i ไปจาก M

b_i = สัมประสิทธิ์รีเกรสชันของพันธุ์ที่ i บนดัชนีสภาพแวดล้อมที่ I_j

I_j = ดัชนีสภาพแวดล้อมที่ j

d_{ij} = ส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันของพันธุ์ที่ i ในสภาพแวดล้อมที่ j

สายพันธุ์ข้าวที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดี ควรจะเป็นสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเท่ากับ 1 หรือไม่แตกต่างไปจาก 1 และมีค่า d_{ij} น้อยหรือไม่แตกต่างทางสถิติ ซึ่งอธิบายถึงเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ทดสอบว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตที่มีเสถียรภาพสูงสุด คือ พันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันเท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึง เมื่อดัชนีสิ่งแวดล้อม (environmental index) เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย สายพันธุ์นั้นจะให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย ตามดัชนีสิ่งแวดล้อม โดยไม่มีปฏิสัมพันธ์แบบผกผัน หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่าง

พันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม (G x E) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้ทั่วไป (General adaptation) มีผลผลิตสูง และมีเสถียรภาพไม่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมมากนัก ควรเป็นพันธุ์/สายพันธุ์ที่ถูกคัดเลือกไว้ พันธุ์ที่มีเสถียรภาพดี ตามวิธีการของ Finlay และ Wilkinson (1963) ต้องเป็นพันธุ์ที่ให้ ผลผลิตเฉลี่ยสูง และมีค่า b_i เท่ากับ 1หรือใกล้เคียง 1

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 และ KUH2 ในปี2557 พันธุ์ KUH1 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 695.75 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ กับที่ 676.46 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 674.65 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RDH1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 769.34 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 768.73 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RD31 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 766.55 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 735 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RD41 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 728.39 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 802.33 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ CH1 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 489.89 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 499.38 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ พันธุ์ CH4 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 497.75 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 540.40 กิโลกรัมต่อไร่

ในปี2558 พันธุ์ KUH1 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 763.08 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 537.04 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ KUH2 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 756.60 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 409.00 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RDH1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 1,050.55 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 707.88 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RD31 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 778.51กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 709.30 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RD41 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 1,041.04 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 613.06 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ CH1 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 743.64 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 467.61 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ CH4 ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ให้ผลผลิตที่ 695.84 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ กับที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ให้ผลผลิตที่ 452.59 กิโลกรัมต่อไร่

ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี พบว่า พันธุ์ KUH1 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 695.75 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 763.08 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ KUH2 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 676.46 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 756.60 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RDH1 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 769.34 กิโล กรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 1,050.55 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RD31 ในปี 255 7 ให้ผลผลิต 766.55 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิต ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 778.51 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RD41 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 728.39 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่

แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 1,041.04 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ CH1 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 489.89 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 743.64 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ CH4 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 497.75 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 695.84 กิโลกรัมต่อไร่

ในศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท พบว่า พันธุ์ KUH1 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 773.10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 537.04 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ KUH2 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 674.65 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 409 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RDH1 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 768.73 กิโล กรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 707.88 กิโลกรัมต่อไร่พันธุ์ RD31 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 735 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 709.30 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ RD41 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 802.33 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 613.06 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ CH1 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 499.38 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 467.61 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ CH4 ในปี 2557 ให้ผลผลิต 540.40 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ กับปี 2558 ให้ผลผลิต 452.59 กิโลกรัมต่อไร่

จากการประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 และ KUH2 ได้นำข้อมูลในด้านผลผลิตมาวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า อิทธิพลทางด้านพันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ x ปี และพันธุ์ x สถานที่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ x ปี x สถานที่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 1)

อัตราการติดเมล็ดของพันธุ์ข้าว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงที่สุดคือ พันธุ์ RD41 มีอัตราการการติดเมล็ด ร้อยละ 84.34 ลองลง ได้แก่พันธุ์ CH1 ,RDH1 ,RD31 ,CH4 และ KUH1 มีอัตราการการติดเมล็ด ร้อยละ 81.73 ,73.58 ,72.58 ,69.91 และ 60.86 ตามลำดับ พันธุ์ที่มีอัตราการการติดเมล็ดต่ำสุด คือ พันธุ์ KUH2 มีอัตราการการติดเมล็ด ร้อยละ 54.07 (Table 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 มีผลผลิตสูงสุด ที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในปี 2557 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี 2558 ในขณะที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในปี 2558 ข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 มีผลผลิตต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าสถานที่และปีที่ปลูกที่แตกต่างกันส่งผลให้ข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน (Table 1) การให้ผลผลิตมีเสถียรภาพ เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน bi = 1.01ข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH2 มีผลผลิตสูงสุด ที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี 2558 แต่ในปีเดียวกันแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH2 มีผลผลิตต่ำสุด ส่วนในปี 2557 แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH2 มีผลผลิตไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการแสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตของข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH2 ผลผลิตมีเสถียรภาพ เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน bi = 1.09 ข้าวลูกผสมพันธุ์ RDH1 มีผลผลิตสูงสุด ที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี 2558 มีผลผลิตลอง คือที่แปลงศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี แปลงที่ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในปี 2557 และ ส่วนในปี 2558 แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การให้ผลผลิตมีเสถียรภาพ เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน bi = 1.01

Table 1 Mean comparison of yield in hybrid and pure line under 4 environments

Type	Cultiva	2014		2015		average
		PTT	CNT	PTT	CNT	
Hybrid	KUH1	695.75aB	773.10abA	763.08bA	537.04bcC	692.24
	KUH2	676.46aB	674.65bB	756.60bA	409.00dC	629.18
	RDH1	769.34aB	768.73abB	1,050.55aA	707.88aB	824.12
Pure line	CH1	489.89bB	499.38cB	743.64bA	467.61cdB	550.13
	CH4	497.75bBC	540.40cB	695.84bA	452.59cdC	546.64
	RD31	766.55aAB	735.00abAB	778.51bA	709.30aB	747.34
	RD41	728.39aC	802.33aB	1,041.04aA	613.06abD	796.20
genotypes		F-test: **				
genotypes x years		F-test: ns				
genotype x sites		F-test: ns				
genotype x years x sites		F-test: **				

ns Non-significant difference

** Significant difference of 99%

Means in a column followed by the same letters are not significant difference at 95% level of confidence by DMRT

ข้าวพันธุ์แท้ RD31 มีผลผลิตสูงสุด ที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยปทุมธานี ในปี 2558 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี 2557 ในขณะที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในปี 2558 ข้าวลูกผสมพันธุ์ RD31 มีผลผลิตต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าสถานที่และปีที่ปลูกที่แตกต่างกันส่งผลให้ข้าวลูกผสมพันธุ์ RD31 แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน การให้ผลผลิตมีเสถียรภาพเนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน bi = 1.00 ข้าวพันธุ์แท้ RD41 มีผลผลิตสูงสุด ที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยปทุมธานี ในปี 2558 ในขณะที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในปี 2558 ข้าวลูกผสมพันธุ์ RD41 มีผลผลิตต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าสถานที่และปีที่ปลูกที่แตกต่างกันส่งผลให้ข้าวลูกผสมพันธุ์ RD41 แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน การให้ผลผลิตมีเสถียรภาพ เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน bi = 0.40 ข้าวพันธุ์แท้ CH1 มีผลผลิตสูงสุด ที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยปทุมธานี ในปี 2558 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี 2557 ในขณะที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในปี 2558 ข้าวลูกผสมพันธุ์ RD31 มีผลผลิตต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าสถานที่และปีที่ปลูกที่แตกต่างกันส่งผลให้ข้าวลูกผสมพันธุ์ RD31 แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน การให้ผลผลิตมีเสถียรภาพ เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน bi = 0.83 ข้าวพันธุ์แท้ CH1 มีผลผลิตสูงสุด ที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยปทุมธานี ในปี 2558 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี 2557 ในขณะที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท ในปี 2558 ข้าวลูกผสมพันธุ์ RD31 มีผลผลิตต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าสถานที่และปีที่ปลูกที่แตกต่างกันส่งผลให้ข้าวลูกผสมพันธุ์ RD31 แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน การให้ผลผลิตมีเสถียรภาพเนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน bi = 1.00

จากการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่า ข้าวสายพันธุ์ KUH1 สายพันธุ์ KUH2 เสถียรภาพในการให้ผลผลิตดี สามารถปลูกในสภาพแวดล้อมของจังหวัดปทุมธานี และจังหวัดชัยนาท ซึ่งเป็นตัวแทนในภาคกลาง โดยที่ถ้าในปีใดมีสภาพแวดล้อมดี (ค่า environmental index มีค่าเป็นบวก +) ข้าวสายพันธุ์นี้เหล่านี้ จะให้ผลผลิตสูง แต่ถ้าปีใดสภาพแวดล้อมที่ไม่ดี (ค่า environmentalindex มีค่าเป็นลบ -) ข้าวสายพันธุ์นี้จะให้ผลผลิตต่ำ โดยปฏิสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันไม่แตกต่างจาก 1(ตารางที่ 3)

พันธุ์ KUH1 มีผลผลิตเฉลี่ย 692.24 กิโลกรัมต่อไร่ และข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH2 มีผลผลิตเฉลี่ย 629.18 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวลูกผสมทั้งสองพันธุ์ให้ผลผลิตค่อนข้างดี แต่มีอัตราการติดเมล็ดที่ต่ำ โดยเฉลี่ยดี จึงยังแสดงศักยภาพได้ไม่เต็มที่ อาจเป็นผลมาการจัดการด้านปัจจัยการผลิตอาจไม่เหมาะสมกับข้าวลูกผสมทำให้ข้าวลูกผสมทั้งสองพันธุ์แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตได้ไม่เต็มที่

Table 2 Yield components of hybrid and pure line

Type	Varieties	No. tiller/plant	No. panicle/plant	No. grain/panicle	No. fill grain/panicle	Seed setting rate (%)
Hybrid	KUH1	10.40ab	9.50ab	296.82a	179.18b	60.86f
	KHU2	10.90ab	9.75ab	239.32bc	128.18d	54.07g
	RDH1	9.35abc	9.20ab	250.73b	184.65b	73.58de
Pure line	CH1	7.85c	7.10c	279.12a	230.05a	81.73ab
	CH4	8.90bc	8.40bc	227.55c	158.55c	69.91e
	RD31	11.00ab	10.45ab	156.35e	113.42d	72.58de
	RD41	9.65abc	9.40ab	197.70d	165.93bc	84.34a
	F-test	*	*	**	**	**
	CV (%)	13.14	13.33	6.18	7.26	4.26

*,** Significant difference of 95 and 99 % respectively

Means in a column followed by the same letters are not significant difference at 95% level of confidence by DMRT

Table 3 Stability parameters of yield in hybrid and pure line under 4 environments

	Slope	SE	t.value	Prob	MSReg	MSDev
KUH1	1.01	0.27	3.73	0.03	66102.45	4758.45
KUH2	1.09	0.20	5.32	0.01	76344.50	2702.42
RDH1	1.67	0.11	15.56	0.00	180492.14	745.72
CH1	0.83	0.25	3.29	0.05	44639.34	4111.72
CH4	1.00	0.30	3.31	0.05	65126.17	5956.18
RD31	1.00	0.11	9.06	0.00	65309.05	795.96
RD41	0.40	0.13	2.97	0.06	10126.88	1151.89

สรุป

ข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH1 มีผลผลิตเฉลี่ย 692.24 กิโลกรัมต่อไร่ และข้าวลูกผสมพันธุ์ KUH2 มีผลผลิตเฉลี่ย 629.18 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวลูกผสมพันธุ์ดังกล่าวมีเสถียรภาพดีกว่าข้าวลูกผสมRDH1 และข้าวสายพันธุ์บริสุทธิ์ พันธุ์ RD41 แต่ด้อยกว่าพันธุ์ RD31 ข้าวลูกผสมทั้งสองพันธุ์ให้ผลผลิตค่อนข้างดี แต่มีอัตราการติดเมล็ดที่ต่ำ โดยเฉลี่ยดี จึงยังแสดงศักยภาพได้ไม่เต็มที่ อาจเป็นผลมาการจัดการด้านปัจจัยการผลิตอาจไม่เหมาะสมกับข้าวลูกผสมทำให้ข้าวลูกผสมทั้งสองพันธุ์แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นควรมีการศึกษาวิธีการปลูกและการจัดการข้าวลูกผสมให้มีความเหมาะสมเพื่อให้ข้าวลูกผสมแสดงศักยภาพในการผลิตได้อย่างเต็มที่ แล้วจึงนำวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการจัดการข้าวลูกผสมในการทดสอบเสถียรภาพในหลายๆพื้นที่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากแผนงานวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมเพื่อผลผลิตและคุณภาพสำหรับการแปรรูปเชิงอุตสาหกรรม ที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผ่านสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.)

เอกสารอ้างอิง

บริบูรณ์ สมฤทธิ์ และ ปัทมา ศิริธัญญา. 2550. **ข้าวลูกผสม: สถานภาพข้าวลูกผสมในนานาประเทศ**. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศ์. 2525. **พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธ์พืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรวิทย์ พาณิชพัฒน์. 2533. **ข้าวลูกผสม. แปลจาก Hybrid rice โดย Yuan Longping.** สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สุชาติ นักปราชญ์, บังอร ธรรมสามิสรณ์ และ สุภาวณี แสงโชติ. -2549. -ข้าวลูกผสมจากจีน. **กสิกร** 1(79): 15-19.

สุภาพร จันทร์บัวทอง และ นิตยา รี่สุข. 2556. **ข้าวลูกผสม กขผ1และเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม**. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี, ปทุมธานี

สงกรานต์ จิตรากร , ปรีชา ขัมพานนท์, ฝนทอง เสนาวงศ์ และรังสิต เส็งหะพันธุ์. -2529.- ข้าวลูกผสมในประเทศไทย. **ว. วิชาการเกษตร** 4(2): 149-157.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. **สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี เพาะปลูก 2547/2548**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. -1963.- The an alysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Aust. J. Agric. Res.** 14: 742-754.

Yuan, L., X. Wu, F. Liao, G. Ma and Q. Xu. -2003.- **Hybrid Rice Technology**. China Agriculture Press, Beijing.

ประสิทธิภาพของไดเมโทมอร์ฟ 50% W/V SC ในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora*

Efficacy of Dimethomorph 50% W/V SC for Control Stem Rot in Monthong Durian Seedling Caused by *Phytophthora palmivora*

เรวัฒ เพียซ้าย[1,2*] จีรสิน สิโนทก[1] อรอุมา เพียซ้าย[1] และ เนตรนภิส เขียวขำ[1]

Rawat Piasai[1,2*], Jeerasin Sinothok[1], Onuma Piasai[1] and Netnapis Khewkhom[1]

บทคัดย่อ

โรคลำต้นเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* เป็นโรคที่สำคัญของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ทดสอบประสิทธิภาพไดเมโทมอร์ฟ 50% W/V SC ความเข้มข้น 0.5, 0.75, 1.0, และ 1.25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 1 ลิตร โดยวิธีราดดิน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีราดสารละลายเมทาแลกซิล 25% WP ความเข้มข้น 0.625 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 1 ลิตร ในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของกล้าทุเรียนที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 8 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ ทุกความเข้มข้น มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของกล้าทุเรียนได้ดีกว่ากรรมวิธีราดสารละลายเมทาแลกซิล โดยพบจำนวนใบมากกว่ามีขนาดแผลที่ลำต้นเล็กกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความเป็นพิษของไดเมโทมอร์ฟต่อต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ABSTRACT

Phytophthora stem rot, caused by *Phytophthora palmivora,* is the one of the most important disease of Monthong durian. Drenches of dimethomorph at 0.5, 0.75, 1.0 and 1.25 g a.i./L were applied for control stem rot of durian seedling caused by *P. palmivora,* comparing with metalaxyl at 0.625 g a.i./L, *Trichodema asperellum* at 1 x 10^6 spores/ml., control with *P. palmivora* and control without *P. palmivora*. Completely Randomized Design (CRD) was used with 8 treatments and 10 replications per treatment. The result showed that all dimethomorph treatments provided better control on stem rot of durian seedling than metalaxyl. All dimethomorph rates were not phytotoxic to Monthong durian seedling.

Keywords: stem rot, control, systemic fungicides, soil drench

Corresponding author: e-mail address: **rawat.pi@ku.th**

[1]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร บางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร, 10900

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

[2] บริษัท อดามา (ประเทศไทย) จำกัด. 127/33 อาคารปัญจธานี ทาวเวอร์. ชั้น 28 ถนนนนทรี แขวงช่องนนทรี. เขตยานนาวา กรุงเทพฯ 10120

[2] Adama (Thailand) Ltd. 127/33 Panjathani Tower Bl. 28th floor, Nonsi Rd, Chongnonsi , Yannawa , Bangkok 10120 Thailand

คำนำ

ทุเรียน (durian) จัดอยู่ในวงศ์ Bombacaceae สกุล (genus) *Durio* L. เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในเขตที่มีสภาพอากาศร้อนชื้น จัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่มีมูลค่าการส่งออกสูง และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคหลายประเทศ โรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนนับว่าเป็นปัญหาสำคัญและสร้างความเสียหายกับทุเรียนเป็นอย่างมาก มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* โดยพบรายงานการแพร่ระบาดของโรคตั้งแต่ปี พ.ศ. 2509 ในจังหวัดนนทบุรี และจังหวัดในภาคตะวันออก รวมถึงภาคใต้ และทุกแห่งที่มีการนำกล้าทุเรียนที่ปลูกในดินที่มีราสาเหตุโรคไปปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทุเรียนพันธุ์หมอนทองซึ่งเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรค สร้างความเสียหายต่อผลผลิตทุเรียน (ขจรศักดิ์ และวินิต, 2509) ลักษณะอาการทั่วไป ในระยะกล้าจะทำให้เกิดโรคลำต้นเน่า ใบจะเหี่ยวและมีสีเขียวซีด จากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และร่วงในที่สุด อาการที่โคนต้นจะมีน้ำเยิ้มสีน้ำตาลแดงไหลออกมา เมื่อถากเปลือกต้นจะพบเนื้อเยื่อเป็นสีน้ำตาล และยืนต้นตาย (อมรรัตน์, 2556) การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนในปัจจุบันนิยมทำโดยใช้มีดถากเปลือกบริเวณแผลที่โคนต้นและทาด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา (fungicide) ได้แก่ เมทาแลกซิล (metalaxyl) หรือ ฟอสอีสทิล-อะลูมิเนียม (fosetly-Al) หรือใช้สารละลายฟอสฟอรัสแอซิด (phosphorous acid) ฉีดเข้าลำต้น อย่างไรก็ตามเกษตรกรส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการควบคุมโรคโดยใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราชนิดเดียว ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จึงทำให้ในปัจจุบันเกิดปัญหาการต้านทานต่อสารเคมีเมทาแลกซิลเพิ่มมากขึ้น และไม่สามารถควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่มีฤทธิ์ดูดซึม (systemic fungicide) ซึ่งมีรายงานในการควบคุมราชั้นต่ำในกลุ่ม Oomycetes ได้ผลดีอีกชนิดหนึ่งได้แก่ สารไดเมโทมอร์ฟ โดยสารนี้จะออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างไคติน ทำลายผนังเซลล์ของเชื้อราส่งผลให้การสร้างผนังเซลล์ผิดปกติ ก่อให้เกิดการอุดตันของเส้นใย และยับยั้งการสร้างสปอร์ (Kuhn *et al*.,1991; Ojiambo *et al*., 2010) สารไดเมโทมอร์ฟจึงมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบไหม้ โรครากเน่าและลำต้นเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. (Duvenhage and Köhne, 1995; Babadoost *et al*., 2015) ตลอดจนโรคราน้ำค้างได้ผลดี (Ojiambo *et al*., 2010) ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของ ไดเมโทมอร์ฟ 50% W/V SC และอัตราการใช้ที่เหมาะสมในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของกล้าทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *P. palmivora*

อุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจและเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างใบและเปลือกต้นทุเรียนที่แสดงอาการโรคในพื้นที่แปลงปลูกทุเรียนพันธุ์หมอนทองของเกษตรกรในตำบลทุ่งเบญจา อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 บันทึกข้อมูลจากแหล่งที่เก็บ ถ่ายภาพ และนำตัวอย่างมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ

การแยกและจำแนกชนิดเชื้อราสาเหตุโรคจากใบและเปลือกต้นทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ใช้มีดตัดบริเวณรอยต่อเนื้อเยื่อพืชที่เป็นโรคกับเนื้อเยื่อปกติขนาด 0.5 x 0.5 เซนติเมตร วางชิ้นส่วนพืชบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ที่ผสมสารปฏิชีวนะ BNPRA (selective media) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตัดปลายเส้นใยเชื้อราที่เจริญออกจากเนื้อเยื่อพืช นำมาเลี้ยงบนอาหาร potato carrot agar (PCA) แยกเก็บเชื้อบริสุทธิ์ในหลอดทดลองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ศึกษาต่อไป (อรอุมา, 2561)

จำแนกชนิดเชื้อราโดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนอาหาร PDA และกระตุ้นให้ราสร้างโครงสร้างสืบพันธุ์โดยวิธีใช้เหยื่อล่อ (baiting technique) โดยตัดใบทุเรียนให้มีขนาด 1x1 เซนติเมตร ใส่จานเลี้ยงเชื้อ เติมน้ำ

ที่ผสมระหว่างน้ำกลั่นและน้ำบ่อธรรมชาติในสัดส่วน 1:1 โดยปริมาตร ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 10 มิลลิลิตร และใส่วุ้นอาหารที่มีเส้นใยราที่ต้องการจำแนก บ่มเชื้อไว้ 24 ชั่วโมง ตรวจดูโครงสร้างของเชื้อราใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo และ compound ถ่ายภาพและวัดขนาดเชื้อราเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง (อรอุมา, 2561)

การทดสอบความสามารถในการก่อโรค

เลี้ยงเชื้อราที่แยกได้บนอาหาร PCA เป็นเวลา 7 วัน ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณปลายเส้นใยของเชื้อรา นำไปปลูกเชื้อบนใบทุเรียนระยะเพสลาดโดยวิธีเด็ดใบ (detached leaf) ร่วมกับวิธีการทำแผล บ่มไว้ในกล่องพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง และทดสอบการเกิดโรคในกล้าทุเรียนโดยใช้มีดกรีดเปิดเปลือกของต้นกล้าทุเรียนสูงจากโคนต้น 10 เซนติเมตร ให้เป็นแผลยาว 1 เซนติเมตร จากนั้นใช้ cork borer เจาะชิ้นวุ้นของเชื้อราย้ายมาวางบริเวณแผลที่ทำไว้แล้วพันด้วยพลาสติกใสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกลักษณะอาการของโรค และนำพืชทดสอบที่แสดงอาการเป็นโรคกลับมาแยกเชื้อให้บริสุทธิ์อีกครั้ง (Thomidis and Tsipouridis, 2001)

การทดสอบความสามารถของไดเมโทมอร์ฟในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

เตรียมกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ปลูกในถุงพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 28 เซนติเมตร ปริมาตรดิน 5 ลิตร ปลูกในดินผสมแกลบดิบและขุยมะพร้าวในสัดส่วน 1:2:1 ป้องกันการเข้าทำลายของศัตรูพืชโดยฉีดพ่นสารกำจัดแมลงไซเพอร์เมทริน 35% W/V EC (อัพเทน 35) อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ อะบาเม็กติน 1.8 % W/V EC (แจคเก็ต) อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 10 วัน พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิม 50% W/V SC (เป็นตัส เอสซี) อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 10 วัน ให้น้ำผ่าน sprinkler เป็นเวลา 10 นาทีทุกวัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 (เรือใบไวกิ้ง) อัตรา 5 กรัมต่อต้น ทุก 15 วัน เมื่อกล้าทุเรียนมีอายุ 1 ปี ทำการคัดเลือกต้นที่สมบูรณ์ และมีความสูงระหว่าง 60 -70 เซนติเมตร จำนวน 80 ต้น เพื่อใช้ในการทดลอง

ปลูกเชื้อสาเหตุโรคบนลำต้นของกล้าทุเรียน โดยใช้คัทเตอร์กรีดเปิดเปลือกของต้นกล้าทุเรียน ที่ระดับสูงจากโคนต้น 10 เซนติเมตร ให้เป็นแผลยาว 1 เซนติเมตร จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะชิ้นวุ้นบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรคที่เลี้ยงบนอาหาร PCA เป็นเวลา 7 วัน ย้ายมาวางบริเวณแผลแล้วพันด้วยพลาสติกใส บ่มไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำพลาสติกที่พันออก (Thomidis and Tsipouridis, 2001) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 8 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ 50% W/V SC ที่ความเข้มข้น 0.5, 0.75, 1.0, และ 1.25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 1 ลิตร กรรมวิธีราดสารละลายเมทาแลกซิล 25% WP ความเข้มข้น 0.625 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 1 ลิตร กรรมวิธีราดด้วยสารแขวนลอยสปอร์ (spore suspension) ของ *Trichoderma asperellum* ความเข้มข้น 1 x 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (ธิติ และคณะ, 2556) กรรมวิธีในชุดควบคุมแบบปลูกเชื้อ *P. palmivora* (positive control) และกรรมวิธีไม่ปลูกเชื้อ *P. palmivora* (negative control) ทำการทดสอบกรรมวิธีละ 10 ซ้ำ นำสารทดสอบที่เตรียมไว้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ราดลงในถุงที่ปลูกกล้าทุเรียนที่เตรียมไว้ โดยราดสารทดสอบ 2 ครั้ง หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 7 และ 14 วัน วัดความสูงเป็นเซนติเมตรและประเมินความรุนแรงของโรคโดยนับจำนวนใบทุเรียนทั้งหมดและวัดขนาดของแผลเป็นเซนติเมตรก่อนราดสารทดสอบทุกครั้ง และที่ 7 และ14 วัน หลังราดสารทดสอบครั้งที่ 2 นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับกรรมวิธีราดสารละลายเมทาแลกซิลและกรรมวิธีควบคุม วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Duvenhage and Köhne, 1995)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการแยกเชื้อราสาเหตุโรคจากใบและเปลือกต้นทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ผลการศึกษาพบเชื้อราสร้างเส้นใยสีขาวครีมเจริญแผ่ออกเป็นแฉกบนอาหาร PDA และ PCA ลักษณะเส้นใยเป็นแบบ coenocytic hypha ผนังบางใส เมื่อกระตุ้นให้ราสร้างสปอร์โดยวิธีใช้เหยื่อล่อ พบว่าราจะสร้างโครงสร้างในระยะสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศที่เรียกว่า zoosporangium รูปร่างแบบต่างๆ ได้แก่ ellipsoid, ovoid และ pyriform มีขนาด 40-60 x 30-35 ไมโครเมตร มี apical papilla ที่ส่วนปลายด้านบนของ zoosporangium ภายใน zoosporangium เป็นที่เกิดของ zoospore พบ chlamydospore รูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30-36 ไมโครเมตร และพบเส้นใยพองบวม (swelling hyphae) ร่วมด้วย (Figure 1) เมื่อบ่มเชื้อราในน้ำเป็นเวลา 14 วัน ยังพบการสร้างสปอร์แบบใช้เพศที่เรียกว่า oospore ผนังหนา รูปร่างกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 33-40 ไมโครเมตร ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง(Turner, 1961; Hine, 1962; Gallegly and Hong, 2008; Petel *et al*, 2016) พบว่ามีลักษณะสัณฐานวิทยาสอดคล้องและตรงกับ *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. (Figure 1) ซึ่งจัดอยู่ในอันดับ Pythiales วงศ์ Pythiaceae

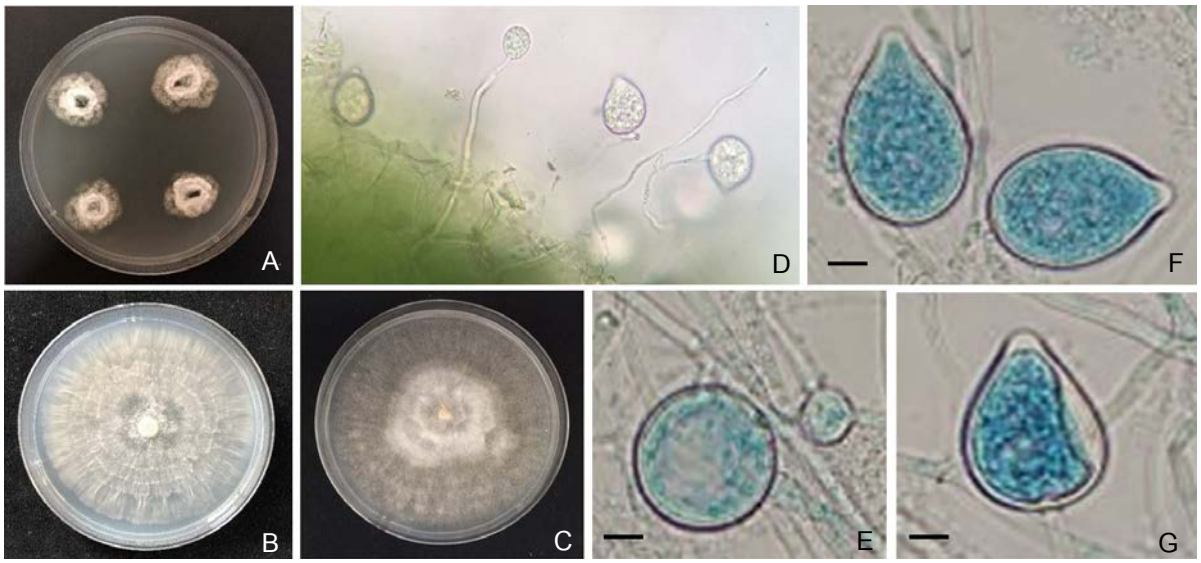


Figure 1 Morphological characteristics of *Phytophthora palmivora* isolated from leaf. Mycelia growing from the leaf edge of hosts on selective media (A). Colony types at 14 days grown on PDA (B) and PCA (C). Occurrence of zoosporangia from host leaf after incubated by baiting technique (D). Chlamydospore and swelling hyphae (E). Different shapes of zoosporangia (F, G) (scale bars: E~G = 10 µm).

ผลการทดสอบความสามารถในการก่อโรค

พบว่าหลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 5 วัน ใบทุเรียนบริเวณที่มีการปลูกเชื้อ เนื้อเยื่อมีสีน้ำตาลดำ ขอบแผลเรียบ แผลขยายใหญ่ขึ้นเนื่องจากเชื้อเจริญลุกลามไปตามท่อลำเลียงของใบพืช ต่อมาใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (Figure 2) เช่นเดียวกับการทดสอบในระยะกล้า หลังจากปลูกเชื้อ 7 วัน พบอาการเน่าที่ลำต้น เปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แผลฉ่ำน้ำ (Figure 2) ในขณะที่ชุดควบคุมทั้งสองการทดลองไม่พบอาการของโรค และเมื่อนำใบและเปลือกต้นกล้าทุเรียนที่แสดงอาการเป็นโรคมาแยกเชื้ออีกครั้ง (re-isolation) สามารถแยกได้เชื้อรา *P. palmivora* (Figure 1)

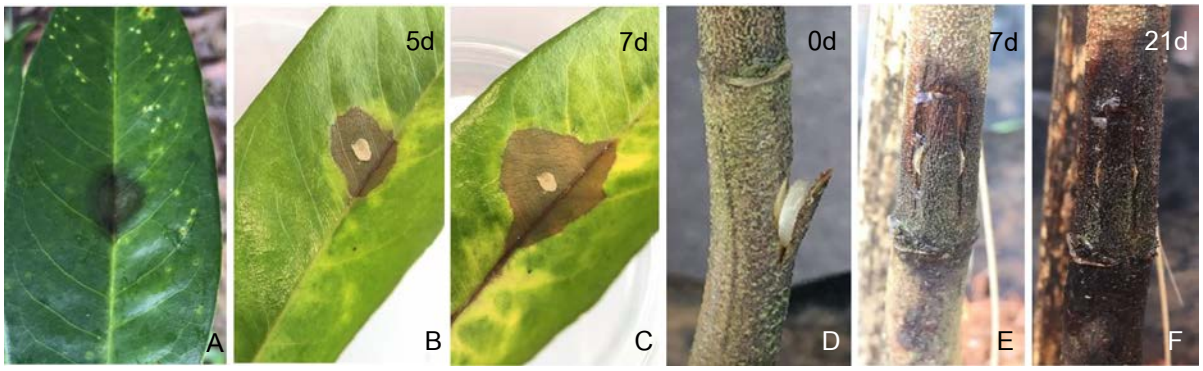


Figure 2 Leaf blight symptom in Monthong durian (A). Durian leaves showing symptoms at 5 and 7 days after inoculation (B, C). PCA agar disk bearing mycelium of the fungus inoculated on the wound (D). Durian seedling showing stem rot at 7 and 21 days after inoculation (E, F).

ผลการทดสอบความสามารถไดเมโทมอร์ฟในการควบคุมโรคลำต้นเน่าของต้นกล้าทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ผลการประเมินความสูงต้นกล้าทุเรียนก่อนราดสารครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่าทุกกรรมวิธี ต้นกล้ามีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ยระหว่าง 68.10 – 72.85 และ 68.35 – 74.95 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) เมื่อประเมินความสูงต้นกล้าทุเรียนที่ 7 และ 14 วัน หลังราดสารครั้งที่ 2 พบว่าทุกกรรมวิธี ต้นกล้าทุเรียนมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ยระหว่าง 71.0 – 78.30 และ 72.1 เซนติเมตร (Table 1) ดังนั้นการใช้สารละลายไดเมโทมอร์ฟ ความเข้มข้น 0.5, 0.75, 1.0, และ 1.25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 1 ลิตร โดยวิธีราดลงดินไม่ทำให้กล้าทุเรียนแสดงอาการเป็นพิษ และไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้น เนื่องจากความสูงของต้นกล้าในทุกกรรมวิธีไม่ต่างกันทางสถิติ

ผลการประเมินจำนวนใบของต้นกล้าทุเรียนก่อนราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ พบว่าก่อนราดสารครั้งที่ 1 กล้าทุเรียนในทุกกรรมวิธีมีจำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ยระหว่าง 29.70 – 37.90 และ 26.60 – 36.60 ใบต่อต้น ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาจำนวนใบของต้นกล้าทุเรียนก่อนราดสารครั้งที่ 2 พบว่าต้นกล้าทุเรียนในกรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ ความเข้มข้น 0.75 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 1 ลิตร มีจำนวนใบเฉลี่ยน้อยเท่ากับ 26.60 ใบต่อต้น ขณะที่จำนวนใบในกรรมวิธีราด spore suspension ของ *T. asperellum* กรรมวิธีในชุดควบคุมแบบปลูกเชื้อ *P. palmivora* และไม่ปลูกเชื้อ *P. palmivora* เท่ากับ 36.00, 36.60 และ 36.50 ใบต่อต้น ตามลำดับ (Table 1) จากผลข้างต้นแม้ว่ากรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ ความเข้มข้น 0.75 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 1 ลิตร จะมีจำนวนใบน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราด spore suspension ของ *T. asperellum* กรรมวิธีในชุดควบคุมแบบปลูกเชื้อ *P. palmivora* และไม่ปลูกเชื้อ *P. palmivora* แต่มีจำนวนใบไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น

การประเมินจำนวนใบของต้นกล้าทุเรียนที่ 7 และ 14 วัน หลังราดสารครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ ทุกความเข้มข้นกล้าทุเรียนมีจำนวนใบเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27.50 – 33.80 และ 30.80 – 34.60 ใบต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่ต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีราด spore suspension ของเชื้อรา *T. asperellum* กรรมวิธีในชุดควบคุมแบบปลูกเชื้อ *P. palmivora* แต่กรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ ความเข้มข้น 0.5 และ 0.75 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 1 ลิตร กล้าทุเรียนมีจำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 27.50 - 27.60 และ 30.80 - 32.20 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีในชุดควบคุมแบบไม่ปลูกเชื้อ *P. palmivora* ซึ่งกล้าทุเรียนมีจำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 39.70 และ 42.5 ใบต่อต้น ตามลำดับ แต่กรรมวิธีราด

สารละลายไดเมโทมอร์ฟ ความเข้มข้น 1.25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 1 ลิตร กล้าทุเรียนมีจำนวนใบเฉลี่ยมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารเปรียบเทียบเมทาแลกซิล (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากสารไดเมโทมอร์ฟมีกลไกออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างไคตินของผนังเซลล์จึงแสดงผลการควบคุมโรคได้ช้ากว่าเมทาแลกซิลที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเส้นใย (Ojiambo *et al*., 2010) อย่างไรก็ตามสารไดเมโทมอร์ฟ มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคลำต้นเน่าได้ดีกว่าสารเมทาแลกซิล สอดคล้องกับรายงานของ Kuhn *et al.* (1991) ที่รายงานว่าสารไดเมโทมอร์ฟมีผลโดยตรงต่อโครงสร้างภายในเซลล์ของเชื้อรา *Phytophthora* spp. โดยทำให้การสร้างผนังเซลล์ผิดปกติ ก่อให้เกิดการอุดตันของเส้นใยของเชื้อรา *P. cactorum*, *P. erythroseptica* และ *P. infestans* เส้นใยจึงมีลักษณะหนาและหดตัวคล้ายลูกปัด (beaded morphology)

Table 1 Effect of dimethomorph, metalaxyl and *Trichoderma asperellum* on growth of Monthong durian seedling after soil drench application.

Treatment	Plant height (cm.)				Number of leaf			
	DA1A[1/]	DA2A[2/]			DA1A[1/]	DA2A[2/]		
	0	0	7	14	0	0	7	14
Dimethomorph 0.5 g a.i./L	72.85	73.00	75.10	75.73	30.10	29.10ab	27.50bc	30.80bc
Dimethomorph 0.75 g a.i./L	70.95	73.10	74.50	77.10	29.70	26.60b	27.60bc	32.20b
Dimethomorph 1.0 g a.i./L	68.15	68.35	71.80	72.15	30.50	31.40ab	31.80abc	34.60ab
Dimethomorph 1.25 g a.i./L	68.10	68.95	71.50	73.59	35.00	33.60ab	33.80ab	34.40ab
Metalaxyl 0.625 g a.i./L	68.20	68.80	71.00	72.14	30.90	28.60ab	24.30c	21.60c
T. asperellum	71.95	73.15	73.90	75.36	37.50	36.00a	34.20ab	33.40ab
Control +	69.60	70.50	73.30	73.72	37.90	36.60a	29.60bc	26.60bc
Control -	71.50	74.95	78.30	80.01	37.30	36.50a	39.70a	42.50a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**
CV (%)	8.96	9.60	9.73	10.22	8.96	26.76	26.98	26.34

1/ DA1A = day after first application

2/ DA2A = day after second application

Means within a column under each factor, means followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by DMRT. ** = Significant at P 0.05 ns = Not significant

ผลการประเมินขนาดแผลบนต้นกล้าทุเรียนก่อนราดสารครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ ทั้ง 4 กรรมวิธีมีขนาดแผลไม่ต่างกันทางสถิติเฉลี่ยระหว่าง 2.19 – 2.71 เซนติเมตร แต่แผลมีขนาดใหญ่กว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารละลายเมทาแลกซิล กรรมวิธีราด spore suspension ของเชื้อรา *T. asperellum* และกรรมวิธีควบคุมแบบปลูกเชื้อ *P. palmivora* ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธีไม่ต่างกันทางสถิติโดยต้นกล้าทุเรียนมีขนาดแผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.66, 1.86 และ 1.19 เซนติเมตร ตามลำดับ และพบว่ากรรมวิธีควบคุมแบบไม่ปลูกเชื้อ *P. palmivora* ไม่พบแผลที่ลำต้น (Table 2)

การประเมินขนาดของแผลบนต้นกล้าทุเรียนที่ 7 วันหลังราดสารครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ ทุกความเข้มข้นต้นกล้าทุเรียนมีขนาดแผลเฉลี่ยระหว่าง 4.90 – 5.84 เซนติเมตร ซึ่งไม่ต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารละลายเมทาแลกซิล และกรรมวิธีราด spore suspension ของเชื้อรา *T. asperellum* ซึ่งต้นกล้า

ทุเรียนมีขนาดแผลเฉลี่ยเท่ากับ 5.99 และ 5.08 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แผลมีขนาดเล็กกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมแบบปลูกเชื้อ *P. palmivora* ที่ต้นกล้าทุเรียนมีขนาดแผลเฉลี่ยเท่ากับ 8.23 เซนติเมตร และพบว่ากรรมวิธีควบคุมแบบไม่ปลูกเชื้อ *P. palmivora* ซึ่งไม่พบแผลที่ลำต้น และเมื่อประเมินขนาดแผลบนต้นกล้าทุเรียนที่ 14 วันหลังราดสารครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ ทุกความเข้มข้นต้นกล้าทุเรียนมีขนาดแผลเฉลี่ยระหว่าง 4.30 – 4.87 เซนติเมตร ซึ่งไม่ต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีราด spore suspension ของเชื้อรา *T. asperellum* ซึ่งต้นกล้าทุเรียนมีขนาดแผลเฉลี่ยเท่ากับ 6.25 เซนติเมตร แต่แผลมีขนาดเล็กกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารละลายเมทาแลกซิล และกรรมวิธีควบคุมแบบปลูกเชื้อ *P. palmivora* ซึ่งต้นกล้าทุเรียนมีขนาดแผลเฉลี่ยเท่ากับ 7.90 และ 10.07 เซนติเมตร ตามลำดับ และกรรมวิธีควบคุมไม่ปลูกเชื้อ *P. palmivora* ไม่พบแผลที่ลำต้น (Table 2) ผลการทดสอบมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Duvenhage and Köhne (1995) ซึ่งพบว่าสารไดเมโทมอร์ฟ อัตรา 10 และ 100 มิลลิกรัม a.i /ลิตร สามารถควบคุมโรครากเน่าของอโวกาโดที่เกิดจากเชื้อรา *P. cinnamomi* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลดีกว่าสารเมทาแลกซิลที่อัตรา 150 มิลลิกรัม a.i /ลิตร เช่นเดียวกับ Keinath (2007) ซึ่งรายงานผลของสารไดเมโทมอร์ฟในการควบคุมโรคไหม้ใบไหม้ (Phytophthora blight) และลำต้นเน่า (crown rot) ของสควอช (squash) และพริก (pepper) ที่เกิดจากเชื้อรา *P. capsici* โดยสารไดเมโทมอร์ฟที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใย การงอก และการสร้าง zoospore เชื้อรา *P. capsic*i มีค่าEC50 เท่ากับ 0.19 ± 0.02, 0.07 ± 0.02 และ 0.630 ± 0.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

Table 2 Effect of dimethomorph, metalaxyl and *Trichoderma asperellum* applied to stem of Monthong durian seedling after inoculation with *Phytophthora palmivora*.

Treatment	Length of stem rot (cm.)		
	0 DA2A	7 DA2A	14 DA2A
Dimethomorph 0.5 g a.i./L	2.71e	5.84b	4.67b
Dimethomorph 0.75 g a.i./L	2.49de	5.7b	4.3b
Dimethomorph 1.0 g a.i./L	2.44de	5.28b	4.87b
Dimethomorph 1.25 g a.i./L	2.19cde	4.9b	4.78b
Metalaxyl 0.625 g a.i./L	1.66bc	5.99b	7.9cd
T. asperellum	1.86bcd	5.08b	6.25bc
Control +	1.19b	8.23c	10.07d
Control -	0.00a	00.00a	0.00a
F-test	**	**	**
CV (%)	26.76	43.32	45.90

DA2A = day after first application

Means within a column under each factor, means followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by DMRT. ** = Significant at P 0.05 ns = Not significant

สรุป

กรรมวิธีราดสารละลายไดเมโทมอร์ฟ ทุกความเข้มข้นแผลมีขนาดเล็กกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สารละลายเมทาแลกซิล ดังนั้นการใช้สารละลายไดเมโทมอร์ฟ 50% W/V SC ความเข้มข้น 1.0, 1.5,

2.0 และ 2.5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร โดยวิธีราดโคนต้นกล้าทุเรียน จำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรในการป้องกันกำจัดโรคลำต้นเน่าของกล้าทุเรียนที่เกิดจากเชื้อรา *P. palmivora*

เอกสารอ้างอิง

ขจรศักดิ์ ภวกุล และ วินิต แจ้งศรี. 2509. โครงการศึกษาโรครากเน่าของทุเรียน. หน้า 204.*ใน* **รายงานประจำปี 2509**. กองพืชพรรณ กรมกสิกรรม. กรุงเทพฯ.

ธิติ ทองคำงาม พรหมมาศ คูหากาญจน์ และ ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2556. การประเมินความสามารถในการเป็นเชื้อราปฏิปักษ์ในสภาพห้องปฏิบัติการของ *Trichderma* ไอโซเลท ต่อเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* สาเหตุโรคเหี่ยวของผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 31(3): 57-67.

อมรรัตน์ ภู่ไพบูลย์. 2556. **พืชที่เป็นโรคไฟทอปธอรา**. เอกสารเผยแพร่ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อรอุมา เพียซ้าย. 2561. **ราในน้ำและดิน**. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Babadoost, M., C. Pavon, S.Z. Islam and D. Tian. 2015. Phytophthora blight (*Phytophthora capsici*) of pepper and its management. **Acta Horticulturae** 1105: 61-66.

Duvenhage J.A. and J.S. Köhne. 1995. Efficacy of dimethomorph against *Phytophthora* root rot of avocado. **South African Avocado Growers' Association Yearbook** 18: 41-42.

Gallegly, M.E. and C. Hong. 2008. ***Phytophthora*: Identifying Species by Morphology and DNA Fingerprints**. American Phytopathological Society, St. Paul, Minn., USA.

Hine, R.B. 1962. Pathogenicity of *Phytophthora palmivora* in the Orchidaceae. **Plant Disease Report** 46: 643-645.

Keinath, A.P. 2007. Sensitivity of populations of *Phytophthora capsici* from South Carolina to mefenoxam, dimethomorph, zoxamide, and cymoxanil. **Plant Disease** 91(6): 743-748.

Kuhn, P. J., D. Pitt, S. A.Lee, G. Wakley and A. N. Sheppardа.1991. Effects of dimethomorph on the morphology and ultrastructure of *Phytophthora*. **Mycological Reseaech** 95(3): 333-340.

Ojiambo P.S., P.A. Paul, G.J. Holmes. 2010. A quantitative review of fungicide efficacy for managing downy mildew in cucurbits. **Phytopathology** 100(10):1066-76.

Petel, S., A. Vitoreli, A.J. Palmeter, A. El-Sayed, D.J. Norman, E.M. Goss, M.S. Brennan and G.S. Ali. 2016. Characterization of *Phytophthora* spp. isolated from ornamental plants in Florida. **Plant Disease** 100: 500-509.

Thomidis, T. and K. Tsipouridis. 2001. Effectiveness of metalaxyl, fosetyl-Al, dimethomorph, and cymoxanil against *Phytophthora cactorum* and *P. citrophthora* of peach tree. **Phytopathologia Mediterranea** 40: 253-259.

Turner, P.D. 1961. Complementary isolates of *Phytophthora palmivora* from cacao and rubber, and their taxonomy. **Phytopathology** 51: 161-163.

การประเมินการปรับตัวและผลผลิตของพันธุ์ข้าวลูกผสมจากแหล่งต่าง ๆ

Evaluation of Adaptability and Yield of Hybrid Rice Cultivars from Different Various Sources

ชุติมา บุญเสมา[1] และ ธานี ศรีวงศ์ชัย[1*]

Chutima Boonsema[1] and Tanee Sreewongchai[1*]

บทคัดย่อ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย พื้นที่ปลูกที่มีศักยภาพในการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในตอนกลางของประเทศ การเพิ่มผลผลิตของข้าวนั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธี การเลือกใช้พันธุ์ข้าวลูกผสม เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของผลผลิตลูกผสม พันธุ์ลูกผสมที่นำมาใช้มีทั้งพันธุ์นำเข้าจากต่างประเทศและพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นในประเทศ จึงต้องมีการทดสอบการปรับตัวของพันธุ์ในพื้นที่เป้าหมายก่อน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อประเมินการปรับตัวของข้าวลูกผสมทั้งพันธุ์ในและต่างประเทศ อย่างละ 6 และ 22 พันธุ์ตามลำดับ ที่ให้ผลผลิตสูงและปรับตัวได้ดีกับสภาพอากาศในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง ทดสอบร่วมกับข้าวพันธุ์แท้พันธุ์เปรียบเทียบ 5 พันธุ์ ที่อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวแต่ละพันธุ์ พบว่า ข้าวพันธุ์ลูกผสมที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นจากประเทศจีน สามารถให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่อต้นที่สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ มีการปรับตัวและเหมาะสมกับสภาพอากาศในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is an important economic crop in Thailand. Most of the high yield potential paddy fields are in the centeral region of Thailand. Hybrid rice is a technology using yield heterosis superior to their parents. Hybrid rice cultivars must be tested for adaptation before growing in each region. The objective of this study was to evaluate adaptation and yield of 6 and 22 hybrid rice cultivars, respectively developed in Thailand and foreign countries, in the environment of central plain of Thailand. These were grown in an experiment field at Bangsai, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province in off-season of rice planting, comparing with 5 pure line check cultivars.The randomized complete block design, with 3 replications was applied. Data of agronomic traits and yield components were recorded. The results showed that hybrid rice cultivars from China having the average high yields per plant and higher than check varieties,having good adaptability and weather conditions in the central region of the Thailand.

Key Word: Hybrid Rice, Adaptability

* 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*) จัดเป็นพืชล้มลุกวงศ์หญ้า เป็นธัญพืชที่สำคัญกับประชากรโลกอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชีย มีการบริโภคข้าวเป็นหลัก เพราะเป็นพืชที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย นอกจากนี้ข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย พบว่าในปี 2559 ประเทศไทยสามารถส่งออกข้าวได้ 9.88 ล้านตันข้าวสาร มูลค่า 154,434 ล้านบาท คิดเป็นผลผลิตข้าวเฉลี่ยอยู่ที่ 317 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) เป็นอันดับที่สองของโลก รองมาจากประเทศอินเดียที่เป็นผู้ส่งออกเบอร์หนึ่ง ส่งออกข้าวได้ 10.5 ล้านตันข้าวสาร คิดเป็นผลผลิตข้าวเฉลี่ยอยู่ที่ 383 กิโลกรัมต่อไร่ จะเห็นว่าประเทศอินเดียมีบทบาทในตลาดการค้าข้าวมากขึ้น โดยอินเดียจะเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่และจีนจะเป็นผู้นำเข้าข้าวรายใหญ่ตลาดการค้าข้าวจะมีการแข่งขันที่สูงขึ้น การผลิตข้าวของไทยจึงมีความจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดส่งออกโดยควรมุ่งเน้นพัฒนาพันธุ์ข้าวให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้ซื้อในตลาดโลกที่มีความชอบและพฤติกรรมการบริโภคที่แตกต่างกันไปตามภูมิภาค ตามนโยบายของรัฐบาล ปี 2559 เป็นปีแห่งการลดต้นทุนการผลิตทางการเกษตรและเพิ่มโอกาสในการแข่งขัน หนึ่งในวิธีในการเพิ่มศักยภาพของผลผลิต คือ การเลือกใช้พันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูง หรือพันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์

พันธุ์ลูกผสม (hybrid variety) เป็นลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ที่ได้มาจากการผสมข้ามระหว่างพ่อแม่ที่มีพันธุกรรมแตกต่างกัน (กฤษฎา, 2551) มีลักษณะเด่นคือ ลูกผสมส่วนมากให้ผลผลิตสูง ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเราสามารถนำเข้าพันธุ์ลูกผสมจากทั้งในและนอกประเทศเข้ามาปลูก เพื่อใช้ศึกษาความเป็นไปได้ในการให้ผลผลิตรวมทั้งลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตและยังใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวอีกด้วย (บุญหงษ์, 2547) พันธุ์ลูกผสมที่นำมาใช้มีทั้งพันธุ์นำเข้าจากต่างประเทศและพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นในประเทศ ต้องมีการทดสอบการปรับตัวของพันธุ์ในพื้นที่เป้าหมายก่อน (บริบูรณ์ และ ปัทมา, 2550) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อประเมินการปรับตัวของข้าวลูกผสมทั้งพันธุ์ในและต่างประเทศ ที่ให้ผลผลิตสูงและปรับตัวได้ดีกับสภาพอากาศในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง

อุปกรณ์และวิธีการ

1.พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลอง

1.1 พันธุ์ข้าวลูกผสมที่ปรับปรุงพันธุ์จากประเทศจีน จำนวน 18 พันธุ์

- พันธุ์ HJCP 1701
- พันธุ์ HJCP 1702
- พันธุ์HJCP 1703
- พันธุ์HJCP 1704
- พันธุ์HJCP 1705
- พันธุ์HJCP 1706
- พันธุ์HJCP 1707
- พันธุ์TAIYOU 346
- พันธุ์/สายพันธุ์ CHH09 (TAIYOU 1060)

- พันธุ์ TAIYOU 1077
- พันธุ์ TAIYOU 1808
- พันธุ์ JINYUAN seed #321
- พันธุ์ Long Liang You 1988
- พันธุ์ Longping High-Tech #1125
- พันธุ์ Long Liang You Hua-Zhan
- พันธุ์ Long Chang You I Hao
- พันธุ์ Jinyuan seed #164
- พันธุ์ Longping High-Tech #1377

1.2 พันธุ์ข้าวลูกผสมที่ปรับปรุงพันธุ์จากประเทศอินเดีย จำนวน 3 พันธุ์

- พันธุ์ IND1 (99-5)
- พันธุ์ HS-273
- พันธุ์ KRH2

1.3 พันธุ์ข้าวลูกผสมที่ปรับปรุงพันธุ์จากประเทศพม่า จำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ **พันธุ์** GW-1

1.4 พันธุ์/สายพันธุ์ข้าวลูกผสมที่ปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย จำนวน 6 พันธุ์/สายพันธุ์

- สายพันธุ์ KUH3
- สายพันธุ์ KUH4
- สายพันธุ์KUH5
- สายพันธุ์IR80151A x KUR9-239 (KUH6)
- พันธุ์ กขผ1 (RDH1)
- พันธุ์ กขผ3 (RDH3)

1.5 พันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ชัยนาท 1, พันธุ์ กข41, พันธุ์กข49, พันธุ์ CH1 และพันธุ์ IR80151B

2. อุปกรณ์ที่ใช้ปลูกข้าว ดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวและเก็บข้อมูล

1.การปลูก

ดำเนินการปลูกศึกษาพันธุ์ข้าวลูกผสมจากแหล่งต่างๆ จำนวน 28 พันธุ์ ปลูกร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 5 พันธุ์ รวมทั้งหมด 33 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ ปักดำกอละ 1 ต้น ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อย (plotsize) จำนวน 5 แถว แถว ละ 7 ต้น ปลูกที่แปลงของเกษตรกร อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในฤดูปลูกข้าวนาปรัง ดูแลรักษา ซ่อมข้าว ใส่ปุ๋ย และถอนวัชพืช คลุมตาข่ายกันนกและพลาสติกกันหนู เก็บเกี่ยวผลผลิต บันทึก

ข้อมูลลักษณะทางการเกษตร นวดเมล็ดและเตรียมเมล็ด เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพและคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

2. วิธีการเก็บข้อมูล

บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ทดสอบ ได้แก่ อายุวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น ความสูงต้น ความยาวใบธง ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด ดัชนีเก็บเกี่ยว และผลผลิตเมล็ดต่อต้น จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของข้อมูลแต่ละลักษณะ ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design เมื่อพบความแตกต่างทางสถิติ จึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองโดยวิธีการจัดกลุ่ม (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการปลูกศึกษาพันธุ์ข้าวลูกผสมจากแหล่งต่างๆ จำนวน 28 พันธุ์ ปลูกร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน จำนวน 5 พันธุ์ รวมทั้งหมด 33 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD เพื่อเปรียบเทียบการปรับตัวของข้าวลูกผสมทั้งพันธุ์ในและต่างประเทศ ที่ให้ผลผลิตสูงและปรับตัวได้ดีกับสภาพอากาศในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่ามีพันธุ์ข้าวลูกผสมจำนวน 10 สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูงและมีการปรับตัวได้ดี มีลักษณะทางการเกษตร และองค์ประกอบผลผลิต ดัง Table 1 และ Table 2 ดังนี้

ความสูงต้น จากการวัดความสูงต้น พบว่าพันธุ์ CH1 มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 120.55 เซนติเมตร ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์ข้าวลูกผสม (Table 2) ความสูงต้นเป็นลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ต้นข้าวที่มีความสูงเหมาะสมมีข้อดี คือ ช่วยลดปัญหาการหักล้ม รักษาศักยภาพในการให้ผลผลิต (Yuan and Chen,1988)

ความยาวใบธง จากการวัดความยาวใบธง พบว่า พันธุ์ TAIYOU346 มีความยาวใบธงเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 40.11 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาวใบธงมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (Table 2)

ความยาวรวง จากการวัดความยาวรวง พบว่าพันธุ์ RD41 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ มีความยาวรวงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 29.11 เซนติเมตร ซึ่งยาวกว่าพันธุ์ข้าวลูกผสมทดสอบ (Table 2) ความยาวรวงที่ดีนั้นเป็นลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ เพื่อผลิตเมล็ดให้ได้จำนวนมาก

จำนวนหน่อต่อต้น จากการนับจำนวนหน่อต่อต้น พบว่าพันธุ์ IR80151B ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ มีจำนวนหน่อต่อต้นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 10.22 หน่อ มากกว่าพันธุ์ข้าวลูกผสมทดสอบ (Table 1)

จำนวนเมล็ดต่อรวง จากการสุ่มนับเมล็ดต่อรวงจำนวน 3 รวง พบว่าพันธุ์ CH1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบมีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 233.33 เมล็ด จึง-มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากกว่าพันธุ์ข้าวลูกผสมทดสอบ (Table 1)

จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จากการสุ่มนับเมล็ดดีต่อรวงจำนวน 3 รวง พบว่าพันธุ์ CH1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ มีจำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 180.56 เมล็ด จึง-มีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงมากกว่าพันธุ์ข้าวลูกผสมทดสอบ (Table 2)

น้ำหนัก 100 เมล็ด จากการสุ่มชั่งน้ำหนักเมล็ดจำนวน 100 -เมล็ด ที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพันธุ์ CH1 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.15 กรัม จึง มีความน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าพันธุ์ข้าวลูกผสมทดสอบ (Table 1)

เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด จากการคำนวณเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด พบว่าพันธุ์ HJCP1707 มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 88.11 เปอร์เซ็นต์ จึงมีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (Table 2)

ดัชนีการเก็บเกี่ยว พบว่าพันธุ์ HJCP1705 มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุด เท่ากับ 0.81 ซึ่งมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (Table 1)

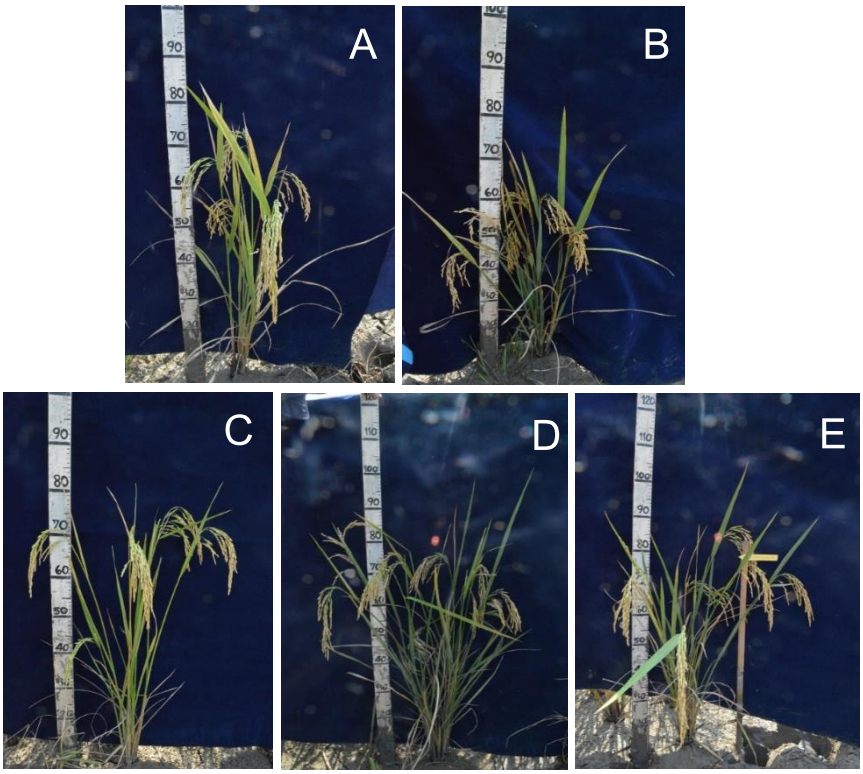


Figure 1 Plant Morphological characteristics of five hybrid rice cultivars : (A) HJCP1707,(B) HJCP1701,**(C)** HJCP1705,**(D)**TAIYOU346 and (E)HJCP1703

Table 1 The yield component of ten selected hybrid rice cultivars with check cultivars

Cultivars	No. of effective tillers	No. of grains per panicle	100 seed weight (g)	HI	Grain yield (g/plant)
HJCP1707	6.56f-k	176.11c-i	28.10b-f	0.70b	39.01a
HJCP1701	6.33g-k	207.89bc	26.60 d-j	0.72ab	38.16a
HJCP1705	7.56b-hi	194.89cd	26.20e-j	0.81a	35.30ab
TAIYOU346	6.00h-k	184.11c-f	29.40a-d	0.64bc	34.80a-c
HJCP1703	7.78b-h	177.44c-g	27.40c-h	0.64bc	34.51a-c
HJCP1704	6.33g-k	156.56e-k	27.27 c-i	0.65bc	29.08b-e
HJCP1702	6.89d-j	138.45j-l	29.17a-e	0.53e-g	27.82b-f
TAIYOU1060	6.78e-j	142.55i-l	28.73a-e	0.63b-d	27.64b-f
TAIYOU1077	4.78k	161.67d-j	27.57b-h	0.65bc	26.90c-g
RDH3	9.45ab	150.33f-k	27.10c-i	0.51e-g	23.93d-h
CNT1	7.56b-i	152.78 f-k	29.90a-c	0.51e-g	16.88h-k
RD41	8.55a-e	147.22g-k	29.70a-d	0.49e-g	23.36e-i
RD49	8.45a-f	153.89e-k	29.50a-d	0.56c-f	23.60d-h
CH1	7.00d-j	233.33ab	31.50a	0.58c-e	31.59a-d
IR80151B	10.22a	177.56 c-g	22.70k	0.50e-g	19.23g-k
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	15.92	12.76	7.01	10.97	20.87

ns = not-significant, * = significantly different at $P \leq 0.05$ and ** = significantly different at $P \leq 0.01$.

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT.

Table 2 Agronomic traits of the ten selected hybrid rice cultivars with check cultivars

Cultivars	Plant height (cm)	Flag leaf length (cm)	Panicle length (cm)	No. of filled grain per panicle	%SST
HJCP1707	92.78j-l	31.22e-l	23.33h-k	155.00a-d	88.11a
HJCP1701	89.22n	34bc-i	20.66l	162.67ab	78.22a-f
HJCP1705	76.89o	26.56k-m	21.33kl	167.44ab	85.97a-c
TAIYOU346	103.22c-f	40.11a	26.44b-f	158.11a-c	85.48a-c
HJCP1703	97fg-k	27.34j-m	24.66f-i	136.22b-g	76.320b-g
HJCP1704	102.78c-g	33.56c-i	23.45h-k	135.78b-g	86.70ab
HJCP1702	109bc	35.66a-g	24.89e-i	113.89e-j	81.70a-e
TAIYOU1060	94i-l	36.33a-f	26.00c-g	118.00e-i	82.97a-d
TAIYOU1077	101.11d-h	36.78a-e	28.00a-c	125.78c-h	77.80a-f
RDH3	104.55c-e	31.22e-l	25.22e-h	123.22d-i	81.31a-e
CNT1	98.45d-k	28.22i-m	24.11f-j	114.11e-j	75.67b-g
RD41	108.34c	30.78e-l	29.11a	115.56e-j	78.33a-f
RD49	101.22d-h	33.22d-j	25.00e-i	115.11e-j	74.80c-g
CH1	120.55a	39.33a-c	28.11a-c	180.56a	76.01b-g
IR80151B	95.78h-l	29.89g-l	24.44 f-i	124.78c-h	70.29e-h
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	4.25	11.74	5.82	17.01	9.16

ns = not-significant, * = significantly different at $P \leq 0.05$ and ** = significantly different at $P \leq 0.01$.

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT.

องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวลูกผสมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 1) และข้าวพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นจากประเทศจีน เมื่อนำมาปลูกศึกษาภายใต้สภาพอากาศในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางพบว่าข้าวลูกผสมพันธุ์ HJCP1707 ให้ศักยภาพผลผลิตต่อต้นสูงสุด เท่ากับ 39.01 กรัมต่อต้น และข้าวพันธุ์ HJCP1701 ให้ผลผลิต 38.16 กรัมต่อต้น โดยข้าวทั้ง 2 พันธุ์ที่กล่าวมาข้างต้นให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ RD49 RD41 IR80151B และ CNT1 ที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งให้ศักยภาพผลผลิตต่อต้น เท่ากับ 23.60 23.36 19.23 และ 16.88 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

สรุป

จากการปลูกศึกษาพันธุ์ข้าวลูกผสมจากแหล่งต่างๆ จำนวน 28 พันธุ์ ปลูกร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 5 พันธุ์ พบว่า ข้าวที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นจากประเทศจีน สามารถให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่อต้นที่สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่ามีการปรับตัวได้ดีและเหมาะสมกับสภาพอากาศในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโครงการการปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสม เพื่อผลผลิตและคุณภาพ สำหรับการแปรรูปเชิงอุตสาหกรรม ระยะที่ 2 ที่ได้รับสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผ่านสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.)

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2551. **ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญหงษ์ จงคิด. 2547. **ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต**.กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 184 หน้า.

บริบูรณ์ สมฤทธิ์และปัทมา ศิริธัญญา. ข้าวลูกผสม. 2550. สถานภาพข้าวลูกผสมในนานาประเทศ. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ (ไบโอเทค), กรุงเทพฯ. 68 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559**.

IRRI. 1988. **Standard Evaluation System for Rice**. 3rd ed. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.

Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. **Cereal Sci. Today**. 16: 334-340.

Yuan, L.P. and H.X. Chen. 1988. **Breeding and Cultivation of Hybrid Rice**. Hunan Science and Technology Press, Hunan, China.

สาขาสัตว์

Subject: Animals

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



KU
KASETSART
UNIVERSITY

ผลของกากกาแฟดัดแปลงเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้นของสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยวิธี *in Vitro* Gas production technique

Effects of Modified Spent Coffee Grounds as Protein Source in Concentrate Diet for Ruminant on *in Vitro* Gas Production Technique

โชติวัชร ศรีสุวรรณ์[1*] สมเกียรติ ประสานพานิช[1] และพงศ์ธร คงมั่น[1]

Chotiwat Srisuwan[1*], Somkiert Prasanpanich[1] and Phongthorn Kongmun[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้กากกาแฟดัดแปลงทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารข้นของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ระดับ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำการศึกษาโดยวิธี *in vitro* gas production technique ผลการทดลองพบว่า ผลผลิตแก๊สทั้งหมด ความสามารถในการย่อยได้ และความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในขณะที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกลุ่มที่ทดแทนกากกาแฟดัดแปลง 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) นอกจากนั้นประชากรจุลินทรีย์ในของเหลวในกระเพาะรูเมนพบว่า ปริมาณประชากรจุลินทรีย์กลุ่มโปรโตซัวในกลุ่มที่ทดแทนกากกาแฟดัดแปลง 0 และ 100 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณประชากรจุลินทรีย์กลุ่มอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า กากกาแฟดัดแปลงสามารถทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารข้น โดยไม่ส่งผลเสียต่อกระบวนการหมักและนิเวศน์วิทยาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของจุลินทรีย์

ABSTRACT

The objectives were to study the effect using of Modified Spent Coffee Grounds (MSCG) replacement soybean meal in concentrate diet for ruminant in levels at 0 25 50 75 and 100 %. Study using methods of *in vitro* gas production technique. It was found that total gas production in vitro true digestibility and total volatile fatty acids were not significantly different ($P > 0.05$). While the ruminal ammonia nitrogen concentration of MSCG replacement levels at 100% in diet treatment the highest. In addition, the ruminal microorganism populations were found the protozoa population in the 0 and 100 % MSCG was significantly different ($P < 0.05$). However, it was found other groups of microbial populations were not significantly different ($P > 0.05$). Based on this experiment, it could be concluded MSCG can be to replacement soybean meal the 0 25 50 75 and 100 % in concentrate diet without adversely effect on the fermentation and ecology, growth and yield of microorganisms.

Keywords: Modified spent coffee grounds, gas production technique, protein source

* 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

อาหารสัตว์เป็นปัจจัยสำคัญในต้นทุนการผลิตสัตว์มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ โดยประเทศไทยนำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์จากต่างประเทศหลายล้านบาทต่อปี ดังนั้นเพื่อลดต้นทุนการผลิตจึงมีวิจัยและพัฒนาค้นคว้าและปรับปรุงผลิตภัณฑ์พลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรภายในประเทศใช้เป็นอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันรวมถึงการลดการใช้แหล่งอาหารสำหรับคนที่จะบริโภค (ปิ่นและอัจฉรา, 2554) กากกาแฟเป็นหนึ่งในวัตถุดิบผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในแต่ละปีเศษเหลือกากกาแฟมีประมาณ 6 ล้านตันทั่วโลก (Mussatto *et al.,* 2011) โดยพบว่า เมล็ดกาแฟประกอบด้วยกากกาแฟถึง 45 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นพบว่ากากกาแฟเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์เนื่องจากลักษณะทางกายภาพเป็นผงสีน้ำตาลเข้มละเอียดและมีกลิ่นหอมของกาแฟ ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุแห้ง 19.7 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 13.3 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 19.6 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 0.5 เปอร์เซ็นต์ วัตถุแห้ง (Wolaita Sodo University, 2014). โดยการใช้กากกาแฟในอาหารสัตว์นั้นได้มีการศึกษา เช่น Bartley *et al.* (1978) พบว่า สามารถใช้กากกาแฟได้ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารข้นโดยไม่ส่งผลเสียต่อการกินได้ของอาหารและการให้ผลผลิตของโคนม Sikka and Chawla (1986) ใช้กากกาแฟผสมในอาหารสุกรขุน ในระดับที่ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพซากของสุกร อย่างไรก็ตามการใช้กากกาแฟในอาหารสัตว์ยังมีการศึกษาและการนำไปใช้ในปริมาณค่อนข้างน้อยและเพื่อต้องการให้สัตว์ใช้ประโยชน์จากกากกาแฟที่มากขึ้น อีกทั้งเป็นการเพิ่มโภชนะด้านองค์ประกอบทางเคมี จึงนำกากกาแฟผสมร่วมวัตถุดิบอื่น ได้แก่ น้ำกากผงชูรส มันสำปะหลัง และยูเรียในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อแสดงให้เห็นถึงการใช้กากกาแฟดัดแปลงแทนกากถั่วเหลืองเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนใหม่ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องในการหมักและระบบนิเวศในกระเพาะอาหารและทางเลือก โปรตีนในอาหารสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองกากกาแฟดัดแปลงทดแทนกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีนในอาหารข้น ซึ่งกระบวนการดัดแปลงกากกาแฟ มีองค์ประกอบของ กากกาแฟ น้ำกากผงชูรส กากมันสำปะหลัง และยูเรีย โดยมีการทดแทนกากกาแฟดัดแปลงแตกต่างกันที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ทรีทเมนต์ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ นำมาศึกษากระบวนการหมักและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนด้วยวิธี *in vitro* gas production technique โดยการนำหญ้าแพงโกล่าแห้งผสมกับอาหารข้นที่มีกากกาแฟดัดแปลงในระดับที่ต่างกันในอัตราส่วน 60:40 ปริมาณ 200 มิลลิกรัม ลงไปในขวดบ่มแล้วเติมของเหลวในกระเพาะรูเมน ซึ่งของเหลวในกระเพาะรูเมน ได้มาจากโคเจาะกระเพาะที่เลี้ยงด้วยอาหารหยาบต่ออาหารข้นในอัตราส่วน 60:40 ซึ่งจะเก็บของเหลวในกระเพาะรูเมน ก่อนที่จะให้อาหารในตอนเช้า (Kongmun *et al*., 2010) แล้วนำมากรองผสมกับน้ำลายเทียมในอัตราส่วน 2:1 จึงนำไปอุ่นที่ 39 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วนำไปผสมกับอาหารภายในขวดบ่มปริมาตร 30 มิลลิลิตร และบ่มต่อที่ 0 2 4 6 8 10 12 18 24 36 48 60 และ 72 ชั่วโมงแล้วเก็บ

ปริมาณก๊าซ (Menke and Steingass., 1988) ขั้นตอนในการเก็บน้ำรูเมนหลังจากบ่มที่ 0 4 8 12 และ 24 ชั่วโมง แล้วนำไปกรองด้วยตะแกรงลงในบีกเกอร์ และแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำน้ำรูเมน 18 มิลลิลิตรผสมกับกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 โมลาจำนวน 2 มิลลิลิตร และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 16,000 g เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสก่อนทำการวิเคราะห์ NH_3-N ตามวิธีของ Chaney and Marbach (1962) และวิเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย โดย HPLC (Samuel *et al*., 1997) ส่วนที่ 2 น้ำรูเมน 1 มิลลิลิตร เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสสำหรับสกัดดีเอ็นเอ (Yu and Morrison., 2004) เพื่อศึกษาปริมาณจำนวนประชากรจุลินทรีย์ โดยวิธีการ Real-time PCR ซึ่งจะศึกษาจุลินทรีย์ดังนี้ General Bacteria, General Anaerobic Fungi, General Protozoa, *Ruminococcus albus, Ruminococcu flavefaciens*, *Fibrobactor succinogenes* และ *Prevotella bryantii* (Koike and Kobayashi., 2001) ระยะเวลาในการทำวิจัยระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ 2561 – กรกฎาคม 2561 นำข้อมูลที่เก็บบันทึกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน analysis of varance; General Linear Models (GLM) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1990) ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทั้ง 5 สูตร ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Feed ingredients and chemical composition in meal concentrate (dry matter basis) using different Modified Spent Coffee Grounds levels.

Item	Percentage of Modified Spent Coffee Grounds replacement				
	0%	25%	50%	75%	100%
Feed ingredients (kg)					
Cassava pulp	60	60	60	60	60
MSCG	0	8	16	24	32
Soybean meal	32	24	16	8	0
Rice bran	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Molasses	2	2	2	2	2
Mineral mix	1	1	1	1	1
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Chemical composition (%DM)					
Organic matter	94.01	92.84	92.88	93.20	93.41
Crude protein	16.11	15.94	15.98	16.25	16.40
Ether extract	1.13	1.69	2.22	2.72	2.95
Ash	5.99	7.16	7.12	6.80	6.59
Neutral detergent fiber	9.59	8.19	8.44	7.86	8.74
Acid Detergent Fiber	5.0	4.5	4.4	4.1	4.9
Acid detergent lignin	2.0	1.5	1.5	1.3	1.6

DM = Dry matter, MSCG = Modified Spent Coffee Grounds.

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของระดับกากกาแฟดัดแปลงต่อปริมาณผลผลิตแก๊ส

จาก Table 2 พบว่า จากการทดลองผลผลิตแก๊สทั้งหมดที่ 72 ชั่วโมง แต่ละกลุ่มการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) การศึกษาในครั้งนี้พบว่า กลุ่มการทดลองที่ได้รับกากกาแฟดัดแปลงทดแทนในระดับ 0 25 50 75 และ100 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตแก๊สทั้งหมดไม่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มการทดลอง เนื่องจากพบว่า อาหารข้นทั้ง 5 สูตร มีปริมาณเยื่อใย NDF และ ADF ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งปริมาณผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการหมักย่อยอาหารประเภทเยื่อใยเป็นหลัก โดยสอดคล้องกับปริมาณประชากรจุลินทรีย์กลุ่มย่อยเยื่อใยและความสามารถในการย่อยได้ของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ในขณะเดียวกันกากกาแฟดัดแปลงซึ่งมีทั้งแหล่งพลังงานและแหล่งโปรตีนที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย เมื่ออาหารเข้าไปในกระเพาะรูเมนจุลินทรีย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันทีและต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการส่งเสริมการทำงานการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามผลิตแก๊สเป็นประมาณการของการย่อยสลายอาหารสัตว์ซึ่งจะเป็นตัวแปรที่ดีในการทำนายความสามารถในการย่อยได้ของผลิตภัณฑ์และการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลินทรีย์ในหลอดทดลอง (Bergman, 1990)

ผลของระดับกากกาแฟดัดแปลงต่อความสามารถในการย่อยได้และปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย

ความสามารถในการย่อยได้จริง ปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด ปริมาณกรดอะซิเตท กรดโพรพิโอเนท กรดบิวทีเรท และสัดส่วนกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอเนท ของแต่ละกลุ่มการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีปริมาณเยื่อใย NDF, ADF และ ADLของแต่ละกลุ่มการทดลองมีความใกล้เคียงกัน ส่งผลทำให้ความสามารถในการย่อยได้ไม่แตกต่างกันโดยสอดคล้องกับปริมาณประชากรจุลินทรีย์กลุ่มย่อยเยื่อใยของแต่ละกลุ่มไม่ต่างกัน นอกจากนี้กากกาแฟดัดแปลงซึ่งใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนมีระดับของโปรตีนที่ใกล้เคียงกันกับกากถั่วเหลือง รวมทั้งอาจมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายในอาหารอยู่สูงจากแป้งมันสำปะหลังที่ย่อยได้ง่าย โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถใช้ร่วมกับกากกาแฟดัดแปลงซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโน ส่งเสริมกระตุ้นกระบวนการหมักย่อยและความสมดุลของระบบนิเวศน์วิทยาของจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้กากกาแฟดัดแปลง มีส่วนประกอบของ arabinogalactans คือ โพลีแซคคาไรด์ ที่ประกอบด้วยน้ำตาลอะราบิโนสและกาแลคโตสพบเป็นส่วนประกอบที่ประกอบด้วยสารประกอบเพคตินที่พบได้ในผลไม้และผัก (Pimpen, 2002) ดังนั้นอาหารข้นที่ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตละลายง่ายสูงเยื่อใยต่ำ จึงง่ายต่อการที่จุลินทรีย์จะทำการหมักย่อยแล้วได้เป็นผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักอย่างกรดไขมันระเหยง่ายออกมา ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับปริมาณสัดส่วนอาหารข้นและองค์ประกอบทางเคมีของโภชนะที่สัตว์ได้รับ จึงมีความเป็นไปได้ที่จุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์กากกาแฟดัดแปลงทดแทนระดับโปรตีนของกากถั่วเหลืองในระดับที่ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของการให้ผลผลิตกรดไขมันระเหยง่ายและความสามารถในการย่อยได้ไม่แตกต่างกัน

ผลของระดับกากกาแฟดัดแปลงต่อปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน

ปริมาณค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน แต่ละกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P <0.01) ซึ่งพบว่ากลุ่มที่ได้รับกากกาแฟดัดแปลงทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนสูงที่สุด โดยการทดแทนกากกาแฟดัดแปลงที่เพิ่ม

สูงขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูงขึ้นตามลำดับ โดยพบว่า ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสลายตัวขององค์ประกอบทางเคมี ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของกากกาแฟดัดแปลงที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตที่สลายได้ง่าย โปรตีนแท้ กรดอะมิโนกลูตาเมทและยูเรียเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทดแทนกากกาแฟดัดแปลงในสูตรอาหารข้นที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ปริมาณสัดส่วนของยูเรียเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จึงเป็นเหตุผลเมื่อทดแทนกากกาแฟดัดแปลงที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้น ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการย่อยได้ ปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย และปริมาณประชากรจุลินทรีย์ และนอกจากนั้นยังมีคาร์โบไฮเดรตที่สลายได้ง่าย ซึ่งจะช่วยส่งเสริมและกระตุ้นการใช้แอมโมเนียไนโตรเจนที่เกิดขึ้นกับตัวจุลินทรีย์ จากรายงานของ Bach *et al*. (2005) กล่าวว่าหากสัตว์มีพลังงานที่เพียงพอ กรดอะมิโนหรือแอมโมเนียไนโตรเจนสามารถเกิดกระบวนการเปลี่ยนหมู่กรดอะมิโนได้ หรืออาจจะสังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีนได้โดยตรง นอกจากนั้นจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนมีความต้องการไนโตรเจนสูงสำหรับการสังเคราะห์โปรตีน อย่างไรก็ตาม จุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ได้ดีในรูป NH_3 - N ซึ่งแอมโมเนียไนโตรเจนของจุลินทรีย์ที่เหมาะสมคือ 690 mg NH_3 -N / L (Pattaraporn, 2011)

Table 2 Comparison of Gas volume, *in vitro* true digestibility (IVTD), volatile fatty acids (VFAs) and ammonia nitrogen of different levels of Modified Spent Coffee Grounds replacement soybean meal in meal concentrate.

Parameter	Percentage of Modified Spent Coffee Grounds replacement Soybean meal in meal concentrate						Contract		
	0	25	50	75	100	SEM	L	Q	C
Gas (72 h, mL)	58.93	57.63	57.23	57.73	54.63	0.62	0.065	0.590	0.299
IVTD (%)	72.11	68.24	69.86	66.59	70.63	0.82	0.409	0.115	0.741
NH_3-N (mg/dl)	9.45^{c}	9.82^{c}	9.65^{c}	10.52^{b}	11.36^{a}	0.19	<.0001	0.002	0.230
VFAs (mol/100 mol total VFAs)									
Total VFAs (mM/L)	42.07	41.54	41.50	42.33	41.40	1.79	0.970	0.996	0.883
Acetate (C2), %	85.01	84.89	85.03	84.95	85.19	0.22	0.827	0.819	0.972
Propionate (C3), %	9.66	9.70	9.66	9.65	9.51	0.13	0.756	0.810	0.956
Butyrate (C4), %	5.34	5.39	5.29	5.38	5.39	0.11	0.918	0.935	0.939
C2:C3 ratio	8.89	8.80	8.90	8.89	9.01	0.08	0.674	0.666	0.945

$^{a, b, c}$ = Means with different lowercase superscripts in a row differ significantly (P<0.01).

SEM = Standard error of the mean, VFAs = volatile fatty acids, IVTD = *in vitro* true digestibility, L = linear, Q = quadratic, C = cubic.

ผลของระดับกากกาแฟดัดแปลงต่อปริมาณประชากรจุลินทรีย์

จาก Table 3 พบว่า จากการศึกษาผลของกากกาแฟดัดแปลงเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารข้นต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนพบว่า ประชากร Total Bacteria, Total Fungi, *R. flavefaciens, F. succinogenes, R. albus* และ *P. bryantii* ในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าประชากร Total Protozoa มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งพบว่ากลุ่มที่ได้รับกากกาแฟดัดแปลงทดแทนในระดับ 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้ปริมาณประชากร Total Protozoa มีค่าที่ใกล้เคียงกันที่สุด และกลุ่มที่ได้รับกากกาแฟดัดแปลงทดแทนในระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณประชากร Total Protozoa ที่สูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับการทดแทนกากกาแฟดัดแปลงในระดับ 25 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่ากากกาแฟดัดแปลงทดแทนระดับที่ 0 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้ปริมาณประชากรโปรโตซัวแตกต่างกัน ซึ่งผลดังกล่าวมีผลมาจาก กากกาแฟดัดแปลงซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนและยูเรียที่สำคัญ รวมทั้งแทนนินในกากกาแฟเป็นองค์ประกอบของโปรตีน อาจเป็นเพราะแทนนินมีฤทธิ์ยับยั้งการย่อยโปรตีน (Hosamani *et al.,* 2005) นอกจากนี้องค์ประกอบแทนนินจะส่งผลต่อการลดจำนวนประชากรโปรโตซัว ซึ่งแทนนินมีกลไกในการขัดขวางสารอาหารเข้าสู่เซลล์ของโปรโตซัว (Huang *et al.,* 2011; Opart, 2547) จึงทำให้การทดแทนกากกาแฟดัดแปลงในอาหารข้นที่เพิ่มส่งผลทำให้จุลินทรีย์กลุ่มโปรโตซัวลดลงตามลำดับ ตามรายงานของ Reed (1995) พบว่าความเป็นพิษของแทนนินในจุลินทรีย์มีกลไกในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนใน 3 วิธีคือ การยับยั้งเอนไซม์จุลินทรีย์ การเป็นพิษต่อจุลินทรีย์บนผิวเซลล์และการจับไอออนโลหะมีผลต่อเอนไซม์ ไม่สามารถทำงานได้ ซึ่งเป็นไปได้ว่ากากกาแฟดัดแปลงมีผลยับยั้งเอนไซม์และเป็นพิษต่อจุลินทรีย์บนผิวเซลล์ของโปรโตซัว แต่อย่างไรก็ตามปริมาณประชากรจุลินทรีย์กลุ่มอื่นไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องปรับให้เข้ากับสภาวะทางโภชนาการที่มีอยู่ในกระเพาะรูเมน (Kistner, 1965)

Table 3 Effects of Modified Spent Coffee Grounds on ruminal microorganism population.

Item	Percentage of Modified Spent Coffee Grounds replacement soybean meal in meal concentrate						Contrast		
	0	25	50	75	100	SEM	L	Q	C
Ruminal Microorganism population (log copy/ml of rumen fiuid)									
Total Bacteria	7.685	7.534	7.742	7.529	7.962	0.16	0.681	0.635	0.828
Total Fungi	6.022	5.850	5.830	5.842	5.939	0.03	0.468	0.063	0.776
Total Protozoa	7.787[a]	6.618[ab]	6.470[ab]	6.960[ab]	5.849[b]	0.23	0.018	0.621	0.062
R. flavefaciens	7.180	7.167	7.102	7.077	7.113	0.02	0.057	0.267	0.280
F. succinogenes	7.334	7.204	7.218	7.184	7.201	0.04	0.326	0.470	0.740
R. albus	6.446	6.440	6.499	6.544	6.638	0.03	0.058	0.507	0.815
P. bryantii	6.551	6.656	6.568	6.575	6.518	0.03	0.461	0.336	0.517

[a, b, c] = Means with different lowercase superscripts in a row differ significantly ($P < 0.05$).

SEM = Standard error of the mean, L = linear, Q = quadratic, C = cubic.

สรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้กากกาแฟดัดแปลง ในระดับ 0 25 50 75 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารข้น ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการย่อยได้ ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด และปริมาณประชากรจุลินทรีย์ แต่ส่งผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามปริมาณการทดแทนกากกาแฟดัดแปลงในสูตรอาหารข้น การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของกากกาแฟดัดแปลงในอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องเพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีนชนิดใหม่ อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกากกาแฟดัดแปลงเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์โดยดำเนินการทดลองในตัวสัตว์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานสนับสนุนกองทุนวิจัย โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) และขอขอบคุณ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

เอกสารอ้างอิง

ปิ่น จันจุฬา และ อัจฉรา เพ็งหนู. 2554. **การผลิตและการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเพิ่มโปรตีนโดยกระบวนการหมักด้วยเชื้อยีสต์เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

AOAC. 1990. **Association of official analytical chemists. official methods of analysis**, Washington, D.C.

Bartley, E. E., R. W. Ibbetson, L. J. Chyba and A. D. Dayton. 1978. Effects of coffee grounds on performance of milking dairy cows and feedlot cattle and on rumen fermentation and dry matter removal rate. **J. Anim. Sci**. 47: 791–799.

Bergman, E.N. 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiol. Rev**. 70: 567–590.

Bach, A., S. Calsamiglia, and MD. Stern., 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 (2): 130-132.

Hosamani, S.V., N.K.S. Gowda and S.D. Kololgi. 2005. Evaluation of chemical, nutritive and feeding value of rain tree pods. Karnataka **J. Agric. Sci.** 18(1): 110–113.

Huang, X.D., J.B. Liang, H.Y. Tan, R. Yahya, and Y.W.Ho. 2011. Effects of Leucaena condensed tannins of differing molecular weights on in vitro CH_4 production. **Anim. Feed Sci.Technol.** 166: 373- 376.

Kistner, A. 1965. Possible factors influencing the balance of different species of cellulolytic bacteria in the rumen. **In Physiology of Digestion in the Ruminant.** Ed. R. W. Dougherty. Washington, Butterwroths.

Koike, S. and Y. Kobayashi, 2001. Development and use of competitive PCR assays for the rumen cellulolytic acteria: *Fibrobactor succinogenes*, *Ruminococcus albus* and *Ruminococcus flavefaciens*. **FEMS Microbiol. Lett.** 204, 361–366.

Kongmun, P., M. Wanapat. P. Pakdee. and C. Navanukraw. 2010. Effect of coconut oil and garlic powder on *in vitro* fermentation using gas production technique. **Livest Sci.** 127: 38-44.

Menke, K.H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. **Anim. Res. Dev.** (28): 7–55.

Mussatto, S.I., L.M. Carneiro, J.A., Silva, I.C. Roberto, and J.A. Teixeira. 2011. A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds. **Carb Polym.** 83: 368-374.

Opas Phimpha. 2547. The effect of tannin on the digestibility of coarse proteins and amino acids in the ruminant and small intestine. Department of Agricultural Science. Faculty of Agriculture. **Natural Resources and Environment. Naresuan University, Phitsanulok.** (In Thai)

Pimpen Pornchaloempong.2002. Food Network Solution. Department of Food Engineering. Faculty of Engineering. **King Mongkut's Institute of Technology** Ladkrabang, Chalongkrung Road, Ladkrabang, Bangkok. 10520. (In Thai)

Pattaraporn Tatsapong. 2011. Ruminant Production Agricultural Science, Agriculture Natural Resource and Environment, **Naresaun University**.

Reed, J. D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **J. Anim. Sci.** 73: 1516-1528.

Chawla and Sikka. 1986. JS. Effect of feeding spent coffee grounds on the feedlot performance and carcass quality of fattening pigs. **Agricultural Wastes.** 1986; 18: 305–308.

Samuel, M., S. Sagathewan, J. Thomas and G. Mathen. 1997. An HPLC method for estimation of volatile fatty acid of ruminal fluid. **Indian J. Anim. Sci.** 67: 805–807.

SAS, 1990. **SAS User's Guide: Statistics.** 8.0. SAS Inst. Inc., Cary. NC.

Wolaita Sodo University, P. O. Box 128. 2014. A critical review on feed value of coffee waste for livestock feeding. **J. Bio. Bio. Sci.** Vol. 2 (5): 72-86.

Yu, Z. and M., Morrison, 2004. Improved extraction of PCR-quality community DNA from digesta and fecal samples. **Bio.Techniques**. 36, 808–812.

ผลของการใช้กากกาแฟใช้แล้วในสูตรอาหารข้นต่อกระบวนการหมักภายในกระเพาะรูเมนและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อโดยวิธี *in Vitro* Gas Production Technique

The Effect of Using Spent Coffee Grounds in Concentrate on Rumen Fermentation and Rumen Ecology of Beef *in Vitro* Gas Production Technique

กนกวรรณ ชูแก้ว[1*] สมเกียรติ ประสานพานิช[1] และพงศ์ธร คงมั่น[1]

Kanokwan Chukaew[1*], Somkiert Prasanpanich[1] and Phongthorn Kongmun[1]

บทคัดย่อ

การใช้กากกาแฟใช้แล้วในสูตรอาหารข้นต่อกระบวนการหมักภายในกระเพาะรูเมนและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ให้อาหารข้นที่มีการเสริมกากกาแฟทดแทนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100% พบว่า ผลผลิตก๊าซสะสมที่ 72 ชั่วโมง มีค่าเพิ่มขึ้นโดยกลุ่มทดแทนกากกาแฟ 25, 50 และ 75% สูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.01) ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มทดแทนกากกาแฟ 50% มีค่าสูงสุด (P=0.0002) ในขณะที่ความสามารถการย่อยจริงในหลอดทดลองลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนกากกาแฟ (P<0.01) นอกจากนี้เมื่อเพิ่มระดับของกากกาแฟ 100% ส่งผลต่อประชากรจุลินทรีย์ *R. albus* และ *P. bryantii* ความเข้มข้นกรดไขมันระเหยง่ายรวม กรดแอซิติก บิวทีริก ชั่วโมงที่ 4 มีค่าต่ำลง (P<0.05) และกรดโพรพิออนิกกลุ่มทดแทนกากกาแฟ 50% มีค่าสูงสุด (P<0.05) การทดลองนี้สรุปได้ว่า กากกาแฟทดแทนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มในระดับ 25-75% ในสูตรอาหารข้นโดยไม่ส่งผลต่อกระบวนการหมักภายในกระเพาะรูเมนและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อ

ABSTRACT

The effect of spent coffee grounds in concentrate on rumen fermentation and rumen ecology were randomly assigned according to completely randomize design. Spent coffee grounds were used at levels of 0, 25, 50, 75 and 100% in the concentrate. It was found that cumulative gas production at 72 h., through replacement groups with 25, 50 and 75% spent coffee grounds were higher than in the control groups (P<0.01). NH_3-N were significantly different (P=0.0002), while IVTD were decreased (P<0.01), when increasing spent coffee grounds. Total volatile fatty acids, acetate, butyrate, *R. albus* and *P. bryantii* was determined at 4 h with spent coffee grounds replacement at 100% lowest (P<0.05) and replacement with 50% spent coffee grounds resulted in highest (P<0.05) proportion of propionate. It could be concluded that efficiency spent coffee grounds replacement palm kernel cake 25-75% in concentrate diet, had no adverse effect on rumen fermentation and rumen ecology of beef

Key Words: Spent coffee grounds, gas production technique, concentrate, beef

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

[1] ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

คำนำ

ในปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศไทยเป็นอาชีพทางการเกษตรที่สำคัญอาชีพหนึ่ง ซึ่งมีมูลค่าไม่ต่ำกว่า 6.5 หมื่นล้านบาท โดยรูปแบบการเลี้ยงเพื่อต้องการผลผลิตเนื้อและนม ทั้งนี้เพราะมีการเพิ่มของจำนวนประชากรทำให้มีการบริโภคเนื้อและนมเพิ่มสูงขึ้น (กรมปศุสัตว์, 2555) ส่งผลทำให้มีการแข่งขันการผลิตมากขึ้นและมุ่งเน้นการลดต้นทุนการผลิตเพื่อหวังผลกำไรเป็นหลัก ซึ่งต้นทุนอาหารสัตว์เป็นปัจจัยสำคัญของต้นทุนการผลิตทั้งหมด จึงจำเป็นต้องหาแหล่งวัตถุดิบอื่นๆ ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ โรงงานผลิตกาแฟสำเร็จรูปหรือกาแฟบรรจุกระป๋อง มีผลพลอยได้ที่เหลือจากกระบวนการผลิต คือ กากกาแฟ (Spent coffee grounds)

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกากกาแฟพบว่า เป็นผงหยาบละเอียดสีน้ำตาลเข้มมีองค์ประกอบทางเคมีของ วัตถุแห้งร้อยละ 19.7 และองค์ประกอบอื่น ๆ ในหน่วยของวัตถุแห้งดังนี้ โปรตีนหยาบ ร้อยละ 13.3 ไขมัน ร้อยละ 19.6 เยื่อใยหยาบ 62.4 และ เถ้า ร้อยละ 0.5 (Wolaita Sodo University, 2014) และการขยายตัวของธุรกิจกาแฟสด พบว่า มีเศษเหลือจากกระบวนการผลิตกาแฟสดเป็นจำนวนมาก ในแต่ละปีเศษเหลือจากกากกาแฟมีประมาณ 6 ล้านตันทั่วโลก จากการรายงานของ Rocio Compos-Vege *et al.* (2015) พบว่า การใช้กากกาแฟในอดีตถึงปัจจุบันพบว่ามีการศึกษาและงานวิจัยที่ค่อนข้างน้อย ตั้งแต่ปี 1973 โดยพบว่า 36 งานวิจัยจากทั้งหมด 72 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกากกาแฟ ได้ถูกวิจัยและเผยแพร่ในปี 2010 ถึง 2014 ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการศึกษาถึงการใช้กากกาแฟ เพื่อพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาการเพิ่มมูลค่าของกากกาแฟให้มากขึ้น โดยใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีนสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง รวมถึงการใช้ทรัพยากรจากโรงงานอุตสาหกรรมให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองเสริมกากกาแฟทดแทนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารข้น ซึ่งมีระดับแตกต่างกันที่ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ นำมาศึกษากระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อด้วยวิธี *in vitro* gas production technique โดยการนำหญ้าแพงโกลาแห้งผสมกับอาหารข้นที่มีกากกาแฟในระดับที่ต่างกันในอัตราส่วน 60:40 ปริมาณ 200 มิลลิกรัม ลงไปในขวดบ่มแล้วเติมของเหลวในกระเพาะรูเมน ซึ่งของเหลวในกระเพาะรูเมนได้จากโคเจาะกระเพาะพันธุ์ลูกผสมพื้นเมือง น้ำหนักเฉลี่ย 400 กิโลกรัม จำนวน 3 ตัว จากฟาร์มสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้รับอาหารเหมือนกัน คือ อาหารหยาบ:อาหารข้น ที่ 60:40 และมีน้ำและแร่ธาตุก้อนให้กินอย่างเต็มที่ ทำการเก็บของเหลวในกระเพาะรูเมนก่อนการให้อาหาร แล้วกรองผ่านผ้าขาวบางใส่ใน thermos flasks ที่ทำการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 39°C ผสมกับน้ำลายเทียมในอัตราส่วน 2:1 นำไปอุ่นที่ 39°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปผสมกับอาหารภายในขวดบ่มปริมาณ 30 มิลลิลิตร นำเข้าบ่มที่อุณหภูมิ 39°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ซึ่งระหว่างการบ่มจะทำการวัดปริมาณแก๊สที่ผลิตขึ้นในชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 18, 24, 36, 48, 60 และ 72 แล้วทำการบันทึกผล (Menke and Steingass, 1988) ทำการเก็บตัวอย่างหลังจากการบ่ม ในชั่วโมงที่ 0, 4, 8, 12 และ 24 ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะถูกกรองด้วยผ้าขาวบาง จะทำการแบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรกนำของเหลวในกระเพาะรูเมนผสมกับกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 โมลา ในอัตราส่วน 18:2 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง ด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็ว 16,000 x g ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำส่วนใสเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20°C ก่อนนำไปวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน ตามวิธีของ Chaney and Marbach (1962) และวิเคราะห์ความเข้มข้น

ของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟฟี่ ส่วนที่สองนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อทำการสกัดดีเอ็นเอตามวิธีของ Yu and Morrison (2004) ในชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังการบ่ม ซึ่งจะศึกษาจุลินทรีย์ดังนี้ Total Bacteria, Total Fungi, Total Protozoa (Makkar and McSweeney, 2005) *Ruminococcus albus, Ruminococcus flavefaciens* (Koike and Kobayashi, 2001) *Fibrobactor succinogenes และ Prevotella bryantii* (Tajima *et al.,* 2001). ส่วนที่สามนำมาวิเคราะห์สำหรับการหาค่าการย่อยได้จริง *In vitro* true digestibility (IVTD) ตามวิธีของ Van Soest and Robertson (1985) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ด้วยวิธี Ducan's New Multiple Range Test (DMRT) ตามวิธีของ Steel and Torrie (1980) และวิเคราะห์แนวโน้มจากค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ (Trend Analysis) ด้วยวิธี orthogonal polynomials ส่วนประกอบของอาหารข้นและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นทั้งห้าสูตร หญ้าแพงโกล่าแห้ง กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม และกากกาแฟ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Chemical composition in concentrate (dry matter basis) using different spent coffee grounds levels and pangola hay use in the experiment.

Item	Percentage of spent coffee grounds replacement					spent coffee grounds	palm kernel cake	Pangola hay
	control	25	50	75	100			
Ingredient composition (kg of DM)								
Cassava chip	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	-	-	-
Soybean meal	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	-	-	-
Palm kernel cake	20.00	15.00	10.00	5.00	0.00	-	-	-
Spent coffee grounds	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	-	-	-
Rice bran	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	-	-	-
Urea	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-	-	-
Molasses	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	-	-	-
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-	-	-
Premix	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-
Chemical composition (%DM)								
Organic matter (OM)	92.95	93.57	93.45	93.94	93.73	98.02	96.10	91.71
Crude protein (CP)	15.98	15.92	15.90	15.94	15.91	15.38	14.20	7.54
Ether extract (EE)	1.87	2.53	3.02	3.56	3.91	17.65	9.40	1.75
Ash	7.05	6.43	6.55	6.06	6.27	1.98	3.90	8.29
Neutral detergent fiber (NDF)	21.01	20.93	21.30	18.76	18.14	45.14	68.87	60.38
Acid detergent fiber (ADF)	11.75	11.05	10.95	9.80	9.75	35.54	52.68	36.6
Acid detergent lignin (ADL)	3.05	3.20	3.40	3.10	3.30	-	14.73	4.20

DM = Dry matter. %NFE = %DM – (%CP+%CF+%EE+%Ash)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของกากกาแฟและอาหารข้นเสริมกากกาแฟทดแทนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มในระดับต่างๆ แสดงใน Table 1 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารข้นมีปริมาณไขมันสูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับของการทดแทนกากกาแฟ แต่ส่วนผนังเซลล์ (NDF) และลิกโนเซลลูโลส (ADF) มีปริมาณลดลง องค์ประกอบทางเคมีของกากกาแฟมีโปรตีนรวม (CP) ไขมัน (EE) ผนังเซลล์ (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF) และเถ้า (Ash) 15.38, 17.65, 45.14, 35.54 และ 1.98% ตามลำดับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของการเสริมกากกาแฟทดแทนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มต่อประชากรจุลินทรีย์ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนโดยใช้วิธี *in vitro* gas production technique พบว่าแก๊สสะสมในชั่วโมงที่ 72 หลังการบ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แบบเส้นโค้งกำลังสอง โดยกลุ่มทดแทนกากกาแฟที่ระดับ 25, 50 และ 75% สูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องมาจากสัตว์ได้รับปริมาณสารแทนนินในกากกาแฟ ซึ่งการผลิตแก๊สจะลดน้อยลงเมื่อปริมาณสารแทนนินเพิ่มมากขึ้น (Tan *et al.,* 2011) ผลที่ได้สอดคล้องกับความสามารถในการย่อยได้วัตถุแห้งในหลอดทดลองกลุ่มที่เสริมกากกาแฟที่ระดับ 50, 75 และ 100% ลดลงอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) แบบเส้นตรง เนื่องจากกากกาแฟผ่านความร้อนสูงในกระบวนการผลิตสารน้ำกาแฟอาจจะส่งผลทำให้กากกาแฟทนต่อการย่อยของเอนไซม์จุลินทรีย์ และองค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารข้นมีไขมันที่เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมของกากกาแฟส่งผลทำให้เกิดการขัดขวางจุลินทรีย์บางกลุ่มโดยเฉพาะกลุ่ม Fibrolytic bacteria ทำให้เอนไซม์ของแบคทีเรียไม่สามารถย่อยส่วนเซลลูโลสในกระเพาะรูเมนได้ แต่อย่างไรก็ตามหากเสริมที่ระดับ 25% ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุม

Table 2 Effect of different levels of spent coffee grounds replacement oil palm kernel meal in composition concentrate on gas production, *in vitro* true digestibility, ruminal ammonia nitrogen, volatile fatty acids (VFAs) *in vitro* fermentation with rumen fluid.

Parameter	Percentage of spent coffee grounds replacement palm kernel cake in composition concentrate.					SEM	contrast		
	control	25	50	75	100		L	Q	C
Gas (72 h, ml)	53.63^{c}	55.63^{ab}	56.17^{a}	55.50^{b}	53.23^{c}	0.32	0.120	<.0001	0.813
IVTD (%)	76.26^{a}	74.59^{ab}	72.69^{b}	73.34^{b}	72.59^{b}	0.43	0.001	0.074	0.541
NH_3-N (mg/dl)	14.47^{b}	14.44^{b}	15.64^{a}	13.86^{c}	13.43^{c}	0.19	0.001	0.0002	0.839
Total VFAs,mmol/l	48.02^{a}	46.04^{ab}	45.51^{a}	44.19^{b}	43.22^{b}	0.59	0.006	0.759	0.751

DM = Dry matter, SEM = standard error of the mean.

Values in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$).

Linear (L), quadratic (Q), and cubic (C) effects of supplemented treatments.

$^{a, b, c}$ = Means with different lowercase superscripts in a row differ significantly ($P < 0.05$)

ค่าความเข้มข้นแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P=0.0002$) แบบเส้นโค้งกำลังสอง โดยกลุ่มที่ทดแทนกากกาแฟที่ระดับ 50% มีค่าสูงสุด ทั้งนี้สามารถ

อธิบายได้ว่าการใช้กากกาแฟที่ระดับ 50% มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบและค่าแอมโมเนียไนโตรเจนสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ แต่เมื่อเสริมที่ระดับ 75 และ100% ทำให้ค่าความเข้มข้นแอมโมเนียไนโตรเจนลดลงสามารถอธิบายผลได้ว่าการเสียสภาพโปรตีนของกากกาแฟจากการผ่านความร้อนสูงทำให้จุลินทรีย์กลุ่ม Proteolytic bacteria ไม่สามารถย่อยโปรตีนหยาบแตกตัวเป็นแอมโมเนียได้ อีกทั้งปริมาณของสารแทนนินในกากกาแฟจะไปจับตัวกับโปรตีนในอาหารแล้วสร้างเป็น Tannin-protein complex ซึ่งการจับตัวกันของโปรตีนกับแทนนินจะทำให้ลดการย่อยได้ของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน แล้วเกิดเป็นโปรตีนไหลผ่าน (protein bypass) เพิ่มการดูดซึมในตัวสัตว์แทน (Wanapat *et al.*, 2015) จึงมีผลทำให้ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนต่ำเมื่อได้รับกากกาแฟที่สูงขึ้น

Table 3 Comparison of volatile fatty acids (VFAs) at 4 h incubation of different levels of spent coffee grounds replacement oil palm kernel meal in composition concentrate.

Parameter (mol/100 mol total VFAs)	Percentage of spent coffee grounds replacement palm kernel cake in composition concentrate.					SEM	contrast		
	control	25	50	75	100		L	Q	C
Acetate (C2),	88.20[a]	87.70[a]	87.56[a]	87.39[ab]	86.35[b]	0.21	0.004	0.400	0.272
Propionate (C3),	8.63[b]	8.87[b]	9.97[a]	8.70[b]	8.90[b]	0.17	0.699	0.049	0.534
Butyrate (C4)),	3.66[a]	3.76[a]	3.68[a]	3.59[a]	3.04[b]	0.10	0.026	0.065	0.605
C2:C3 ratio	10.35	9.96	9.54	9.94	9.78	0.11	0.165	0.275	0.504

[a,b,c] Values in the same row with different superscripts differ ($p<0.05$).

Linear (L), quadratic (Q), and cubic (C) effects of supplemented treatments.

ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acids, TVFAs) สัดส่วนกรดแอซิติก บิวทีริก พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ลดลงแบบเส้นตรง สามารถอธิบายได้ว่าปริมาณเยื่อใยสูงในอาหารจะส่งเสริมการทางานของจุลินทรีย์กลุ่มย่อยเยื่อใย ส่งผลให้ค่ากรดอะซิติกสูงขึ้น (Bach *et al.,* 1999) นอกจากนี้สัดส่วนกรดโพรพิออนิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) แบบเส้นโค้งกำลังสอง โดยกลุ่มที่ทดแทนกากกาแฟที่ระดับ 50% มีค่าสูงกว่ากลุ่มทรีตเมนต์อื่นๆ เนื่องจากกลุ่มที่เสริมกากกาแฟทดแทนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มมีเยื้อใยต่ำกว่ากลุ่มควบคุม จึงส่งผลทำให้กลุ่มที่ทดแทนกากกาแฟที่ระดับ 50% มีสัดส่วนของกรดโพรพิโอนิกเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเสริมที่ระดับ 75 และ 100% สัดส่วนของกรดอะซิติ โพรพิโอนิก และบิวทีริกมีค่าลดลง เนื่องจากไขมันในสูตรอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมกากกาแฟ ซึ่งมีส่วนยับยั้งการย่อยของจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยเยื้อใย และไขมันอาจะเป็นพิษต่อจุลินทรีย์บางชนิด

จากการศึกษาผลของการใช้กากกาแฟใช้แล้วในสูตรอาหารข้นต่อประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนดัง Table 3 ผลการศึกษาพบว่า ประชากรจุลินทรีย์ Total Bacteria, Total Fungi, Total Protozoa, *R. flavefaciens, F. sccinogenes* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาประชากร

จุลินทรีย์ *R. albus* ในชั่วโมงที่ 4 มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) แบบเส้นตรง ทั้งนี้พบว่าเกิดจากอิทธิพลของกากกาแฟ ซึ่งพบว่า เมื่อเสริมกากกาแฟทดแทนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ระดับ 25, 50 และ75% ความหนาแน่นของประชากรแบคทีเรีย *R. albus* ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม จากการรายงานของ Thurston *et al.,* (1993) ได้รายงานว่า *R. albus* สามารถเจริญในสภาพแวดล้อมที่มี cellobiose ได้ดี ดังนั้นเมื่อสัตว์ได้รับอาหารข้นที่มีเยื่อใยจากกากกาแฟและหญ้าแพงโกล่าแห้งจึงส่งผลทำให้ *R. albus* เจริญได้ดี แต่เมื่อพิจารณาที่ระดับของการเสริมกากกาแฟที่ระดับ 100 % พบว่าประชากรแบคทีเรีย *R. albus* ลดลงซึ่งสอดคล้องกับค่าผลผลิตแก๊สสะสม ความสามารถในการย่อยได้วัตถุแห้งในหลอดทดลอง สัดส่วนของกรดอะซิติกและบิวทีริก มีค่าลดลงเมื่อเสริมกากกาแฟที่ระดับ 75 และ 100% นอกจากนี้ความหนาแน่นของประชากรแบคทีเรีย *P. bryantii* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในชั่วโมงที่ 4 ลดลงแบบเส้นตรงเมื่อได้รับอาหารที่เสริมกากกาแฟที่ระดับ 100% หลังได้รับอาหาร อาจจะเนื่องจากโปรตีนจากกากกาแฟมีการเสียสภาพด้วยความร้อนจึงส่งผลทำให้ทนต่อการย่อยของจุลินทรีย์กลุ่ม Proteolytic bacteria ส่งผลทำให้ ประชากรแบคทีเรีย *P. bryantii* ลดลง

Table 4 Effect of different levels of spent coffee grounds replacement oil palm kernel meal in composition concentrate on quantitative measurement total bacteria, total fungi, total protozoa, *R. albus, R. flavefaciens, F.succinogenes, P. byantii* population at 4 h incubation from *in vitro* fermentation with rumen fluid.

Target Species (log copy / ml of rumen fluid)	Percentage of spent coffee grounds replacement oil palm kernel cake in composition concentrate.					SEM	contrast		
	Control	25	50	75	100		L	Q	C
Total Bacteria	8.15	7.90	7.90	8.55	8.74	0.19	0.199	0.393	0.627
Total Fungi	5.61	6.36	6.21	5.57	5.44	0.17	0.325	0.110	0.224
Total Protozoa	6.25	7.90	7.01	6.16	6.20	0.33	0.433	0.260	0.158
Prevotella bryantii	5.97^{a}	5.76^{ab}	5.75^{ab}	5.61^{ab}	5.20^{b}	0.09	0.012	0.44	0.420
R. flavefaciens	5.13	5.22	5.26	5.09	4.49	0.13	0.132	0.150	0.663
F. sccinogenes	6.79	6.96	7.06	6.56	6.37	0.12	0.151	0.201	0.642
R. albus	6.93^{a}	6.81^{a}	5.75^{ab}	6.49^{a}	5.10^{b}	0.23	0.005	0.571	0.299

^{a,b,c} Values in the same row with different superscripts differ (p<0.05).

Linear (L), quadratic (Q), and cubic (C) effects of supplemented treatments.

R. flavefaciens = Ruminococcus flavefaciens, F. sccinogenes = Fibrobactor succinogenes, R. albus = Ruminococcus albus.

สรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้กากกาแฟทดแทนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มในระดับ 25–75% ไม่ส่งผลต่อกระบวนการหมักและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อ *in vitro* gas production technique. แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเสริมกากกาแฟที่ระดับมากกว่า 25% ส่งผลต่อความสามารถในการย่อยได้วัตถุแห้งในหลอดทดลองลดลง จากการศึกษา

ในครั้งนี้สามารถเห็นได้ถึงศักยภาพของการใช้กากกาแฟในสูตรอาหารข้น และควรศึกษาการใช้กากกาแฟใช้แล้วกับสัตว์เคี้ยวเอื้องด้วยวิธี *in vivo* เพื่อข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม–พวอ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) และขอขอบคุณ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่วิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2555. **ยุทธศาสตร์โคเนื้อ**.สานักส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา http://www.dld.go.th/oldweb/images/stories/news/Strategy/55-59%20strategy_beef.pdf, 10 ธันวาคม 2559.

Chaney, A. L. and E.P. Marbach. 1962. **Modified Reagents for Determination of Urea and Ammonia**. Clin. Chem. 8: 130.

Koike S and Y, Kobayashi 2001. Development and use of competitive PCR assays for the rumen cellulolytic bacteria: *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* and *Ruminococcus flavefaciens*. **FEMS Microbiol Lett.** 204 (2): 361–366.

Makkar, H. P. and C. S. Mcsweeney. 2005. **Methods in gut microbial ecology for ruminants.** Vol. 10. Springer.

Menke, K.H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fl uid. **Anim. Res. Dev.** (28): 7–55.

Rocio Compos-Vege, Guadalupe oarca-Pina, Hayde Vergara-Castaneda, B.Dave Oomah, Retired. 2015. Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. **Trends in Food Science & Technology** 45 (2015) 24-36.

Tajima, K., R. I. Aminov, T. Nagamine, H. Matsui, M. Nakamura, and Y. Benno. 2001. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumenrevealed with real-time PCR. **Appl. Environ. Microbiol. 67**:2766–2774.

Tan, H., C. Sieo, N. Abdullah, J. Liang, X. Huang and Y. Ho. 2011. Effects of condensed tannins from Leucaena on methane production, rumen fermentation and populations of methanogens and protozoa in vitro. **Anim. Feed Sci. Technol.** 169 (3-4): 185-193.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd edition. **McGraw - Hill, New York.**

Thurston, B., K. Dawson and H. Strobel. 1993. Cellobiose versus glucose utilization by the ruminal bacterium Ruminococcus albus. **Appl. Environ. Microbiol.** 59 (8): 2631-2637.

Van Soest, P.J. and J.B. Robertson. 1985. **A Laboratory Manual for Animal Science.** Cornell University Press. Ithaca, NY, USA. 612 pp.

Wanapat, M., A. Cherdthong, K. Phesatcha,, and S. Kang, 2015. Challenges and strategies of animal nutrition and feeding in production and environment. **Animal Nutrition**.DOI:10.1016/j.aninu. 2015.07.004.

Wolaita Sodo University, P. O. Box 128. 2014. **A critical review on feed value of coffee waste for livestock feeding.** World Journal of Biology and Biological Sciences Vol. 2 (5): 072-086

Yu, Z., and M. Morrison. 2004. Improved extraction of PCR-quality community DNA from digesta and fecal samples. **Biotechniques**. 36 (5): 808-812.

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของแม่โครีดนมเมื่อได้รับระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศในสภาพอากาศร้อนชื้น

Physiological Responses of Lactating Cows provided with Sprinkling and Fan System under Tropical Conditions

เพ็ญประภา คงสุข[1] วิริยา ลุ้งใหญ่[1] พงศ์ธร คงมั่น[1] ณัฐภร แก้วประทุม[2] และสมเกียรติ ประสานพานิช[1*]

Phenprapa Khongsuk[1], Wiriya Loongyai[1], Phongthorn Kongmun[1], Nattaphorn Kaewpratum[2] and Somkiert Prasanpanich[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศในโคนมที่เลี้ยงในโรงเรือน แม่โคลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน จำนวน 12 ตัว แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง โดยช่วงแรกโคนมไม่ได้รับระบบน้ำแบบพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศ (control) และช่วงที่ 2 โคนมได้รับระบบแบบพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศ (cooling system) อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสี ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น ในโรงเรือนที่วัดได้ 29.77°C, 30.94°C, 82.73% และ 81.61 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าโคนมในกลุ่ม cooling system มีการตอบสนองทางสรีรวิทยา ต่ำกว่ากลุ่ม control (P<0.01) มีระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดที่ 4 ชม. และระดับฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนิน ต่ำกว่ากลุ่ม control (P<0.05) มีระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดสูงกว่ากลุ่ม control (P<0.05) การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อให้ระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศในโรงเรือนสามารถลดความเครียดจากความร้อนในแม่โคโดยพิจารณาจากค่าสรีรวิทยาที่ปรากฏข้างต้น

ABSTRACT

Twelve crossbred animals were housed indoors. They were assigned into 2 experimental periods of non-cooling system under the indoor conditions as control group and the consecutive period of cooling system with an automatic sprinkling and fan system as Treatment group. Daily means of indoor dry bulb temperature, black globe temperature, relative humidity and temperature-humidity index were 29.97°C, 30.84 °C, 81.32% and 81.5, respectively. The results show that physiological responses of the cooling system were lower than those of the control (P<0.01). The levels of blood glucose and Triiodothyronine were lower than of the control (P<0.05), and blood urea nitrogen was higher than those of the control (P<0.05). The current study showed that the Sprinkling and Fan System used in this study was effective in protecting cows from heat stress.

Key words: response, lactating cow, sprinkling and fan system, tropical conditions

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

[1]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

[2]องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี 18180

[2]The Dairy Promotion Organization of Thailand, Muaklek, Saraburi, 18180, Thailand.

คำนำ

การเลี้ยงโคนมในประเทศส่วนใหญ่เกษตรกรมักเลี้ยงและจัดการการเลี้ยงโคนมอยู่ในโรงเรือน (Tudsri and Sawasdipanich, 1993) ซึ่งข้อดีของการเลี้ยงในโรงเรือน คือ ช่วยลดการสัมผัสความร้อนโดยจากดวงอาทิตย์ สามารถช่วยลดการสูญเสียพลังงานจากการเดินแทะเล็ม (Payne, 1995) อย่างไรก็ตาม โรงเรือนจะต้องได้รับการออกแบบที่เหมาะสม ให้มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก (Yousef, 1985) และเพื่อให้โคสามารถระบายความร้อนที่เกิดจากกระบวนการทำงานของร่างกายออกมาสู่ภายนอกด้วยวิธีต่างๆ เช่น การนำ การพา และการแผ่รังสี เพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ หากกลไกการระบายอากาศดังกล่าวไม่สามารถดำเนินการได้จะทำให้แม่โคนมมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เพื่อปรับสภาพให้อุณหภูมิของร่างกายคงที่ แต่เนื่องจากปัจจุบันความร้อนที่สูงขึ้นจากสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้โคที่ถูกเลี้ยงในโรงเรือนสามารถได้รับผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนได้ เนื่องจากโรงเรือนโคนมส่วนใหญ่ไม่มีฝ้าเพดาน ดังนั้นเมื่อรังสีความร้อนแผ่มากระทบกับหลังคา ประมาณครึ่งหนึ่งจะกระจายขึ้นไปทางด้านบนของหลังคาและประมาณอีกครึ่งหนึ่งจะกระจายลงมาภายใต้หลังคา จึงทำให้โรงเรือนเหล่านั้นมีความร้อนค่อนข้างสูง ทำให้โคนมเกิดสภาวะเครียดจากความร้อน (ชาญวิทย์, 2539)

ปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนวิธีการต่างๆเพื่อปรับปรุงผลผลิตนมของโคนมในสภาพอากาศที่ร้อนชื้น ซึ่งการลดความเครียดจากความร้อนของโคภายในโรงเรือนมีหลายวิธี เช่น การให้น้ำหยดหรือแบบพ่น การติดตั้งพัดลมในโรงเรือน การใช้ระบบความเย็น เป็นต้น ในสภาพอากาศร้อนชื้นการให้ระบบน้ำแบบพ่นเพียงอย่างเดียวไม่มีประสิทธิภาพพอที่จะสามารถช่วยลดความเครียดความร้อนจากโคได้ ดังนั้นการใช้ระบบน้ำแบบพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศ (Suadsong *et al.*, 2008; Flamenbaum and Galon, 2010). เป็นวิธีการระเหยของน้ำวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยลดความเครียดจากความร้อนของโคได้โดยตรง ซึ่งน้ำจะนำพาความร้อนออกจากผิวหนัง และมีพัดลมช่วยเป่าให้ความร้อนลดลงได้อย่างรวดเร็ว กล่าวได้ว่าการจัดการเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อความเป็นอยู่ที่สุขสบายของแม่โคนม (Shearer *et al.*, 1999) ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศในโรงเรือนโคนมเพื่อลดความเครียดจากความร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ทำการทดลอง และลักษณะภูมิอากาศ

การศึกษาในครั้งใช้เวลาทั้งหมด 42 วัน โดยเริ่มจากวันที่ 12 สิงหาคม ถึง 28 กันยายน ในปี 2560 โดยทำการทดลองที่องค์การส่งเสริมกิจการโคมแห่งประเทศไทย อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี ซึ่งอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 220 เมตร โดยรวบรวมข้อมูลของสภาพแวดล้อมจาก Stephenson Screen ในบริเวณสถานีตรวจอากาศของฟาร์ม ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด (Maximum-minimum temperature; Max. Temp.) อุณหภูมิตุ้มเปียก (Dry bulb; DB)-ตุ้มแห้ง (Wet bulb ; WB)เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity, RH) ปริมาณน้ำฝน และความเร็วลม

นอกจากนั้น ยังรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน (outdoors) และนอกโรงเรือน (indoors) ในเวลา 09:00-15:00 น. ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิอากาศ (Ambient temperature) อุณหภูมิการแผ่รังสี (Black globe temperature, BG) รวมทั้ง RH และ และคำนวณดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature-humidity index, THI) ตามวิธีการของ McDowell (1972)

$$THI = 0.72 (DB+WB\ ^{\circ}C) + 40.6$$

2. สัตว์ทดลองและการวางแผนการทดลอง

ในการทดลองใช้แม่โคกลางระยะการให้นม (40-220 วันหลังคลอด) ให้น้ำนมเฉลี่ย 11.5 กก./วัน เป็นแม่โคลูกผสมสายพันธ์โฮสไตน์ (>87%) และอยู่ในช่วงระยะการให้นมที่ 1- 5 จำนวน 12 ตัว ซึ่งถูกเลี้ยงในโรงเรือนที่มีขนาดกว้าง 15 เมตร ยาว 25 เมตร สูง 3.5 เมตร วางตัวตามแนวตะวันออก-ตะวันตก และหลังคาเป็นกระเบื้อง มีระบบน้ำพ่นและพัดลมระบายอากาศอยู่ภายในโรงเรือนแม่โคจะได้รับการปรับตัวก่อนเข้าการทดลองเป็นเวลา 7 วัน ก่อนเริ่มการเก็บข้อมูล นอกจากนี้ยังได้รับอาหาร อาหารผสมสำเร็จ(Total mixed ration; TMR) ที่มีสัดส่วนของอาหารหยาบ 60-70 % โดยมีส่วนประกอบของ กากเบียร์ กากถั่วเหลืองไขมันเต็ม มันเส้น หญ้าเนเปียร์ และซังข้าวโพด โดยแบ่งการให้อาหารเป็น 2 ครั้ง/วัน ในเวลา 08.00 และ 17.00 น.

ในการทดลองสัตว์ทดลองจะได้รับหน่อยทดลองเหมือนกัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงการทดลอง ได้แก่ 1.) ไม่ให้รับระบบน้ำพ่นและพัดลมระบายอากาศ (control) และ 2.) ได้รับระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศ (cooling system) โดย ระบบน้ำพ่นและพัดลมระบายอากาศจะถูกตั้งเวลาเปิดปิดแบบอัตโนมัติ พ่นน้ำ 1 นาที และ เป่าพัดลม 7 นาที สลับกันเป็นเวลา 45 นาที ในเวลา 09.00 น. และ 13.30 น. ตลอดช่วงการทดลอง แต่ละช่วงการทดลองจะใช้ระยะเวลา 21 วัน โดยให้โคปรับตัวก่อนเข้าการทดลอง 7 วัน และ ใช้เวลา 14 วันในการได้รับการทดลอง และแม่โคทุกตัวจะได้รับการรีดนมแบบถัง 2 ครั้ง/วัน ในเวลา 05.00 และ 15.00 น.

3. การเก็บข้อมูลทางสรีรวิทยา

เก็บข้อมูล ได้แก่อัตราการหายใจ (Respiratory rate, RR) โดยนับจำนวนครั้งจากการเคลื่อนไหวของสวาป เป็นเวลา 1 นาที อุณหภูมิทวารหนัก (Rectal temperature, RT) โดยสอดเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้เข้าที่ทวารหนักนาน 1 นาที อุณหภูมิผิวหนัง (Skin temperature, ST) โดยวางเทอร์โมมิเตอร์บนผิวหนังบริเวณหัวไหล่นาน 5 นาที วัดอัตราการขับเหงื่อ (Sweating rate; SR) โดยวิธี Cobalt Chloride disc method (Schleger และ Turner, 1965); Sweating Rate = 3.84 x 10^4/s ($g/m^2/h$) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง รวมทั้งหมด 4 ครั้ง ในเวลา 14:00 น.

ในขณะทำการวัดข้อมูลดังกล่าวนั้น โคทุกตัวจะถูกควบคุมในซองรีดนม นอกจากนี้ ยังเก็บตัวอย่างเลือดจากโคทุกตัวจำนวน 1 ครั้งในระหว่างการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของน้ำตาลในเลือด (Blood glucose; BG) ความเข้มข้นยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood urea nitrogen; BUN) และความเข้มข้นของฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนินท์ (Triiodothyronine;T_3) ด้วยวิธีการ Electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) โดยใช้เครื่อง Roche Elecsys1010/2010 และ MODULA ANALYTIC E170 (Elecsys module)

4. แผนการทดลอง

ในการทดลองใช้แผนการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และการเปลี่ยนแปลงทางโลหิตวิทยา ก่อนและหลังการใช้ระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Paired t-test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2014)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศ ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ตลอดช่วงการทดลองในเดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 มีอุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ยเท่ากับ 31.4 และ 31.82 °C ตามลำดับ อุณหภูมิต่ำเฉลี่ยเท่ากับ 23.7 และ 23.0 °C ตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 26.82 และ 26.42 °C ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับโคนม (4-25 °C) (Berman *et al*., 1985) อีกทั้งยังพบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 79.87 และ 83.27 % ตามลำดับ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย เท่ากับ 9.01 และ 9.36 มิลลิเมตร ตามลำดับ และความเร็วลม เท่ากับ 4.65 และ 3.76 เมตร/วินาที ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Monthly means of climatological data throughout the experiment.

Items	August	September	Mean
Maximum temperature (°C)	31.4	31.5	31.45
Minimum temperature (°C)	23.7	23.0	23.35
Average temperature (°C)	26.82	26.42	26.62
Relative humidity (%)	79.87	83.27	81.57
Rainfall amount (mm)	9.01	9.36	9.19
Wind velocity (m/s)	4.65	3.76	4.21

สำหรับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือน และนอกโรงเรือน (Table 2) ตลอดช่วงการทดลองในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 29.63 และ 30.36 °C ตามลำดับ และเดือนกันยายน เท่ากับ 31.18 และ 35.49 °C ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่โคนม (4-25 °C) (Berman *et al*., 1985) ในขณะที่ค่าอุณหภูมิการแผ่รังสี ทั้งในโรงเรือนและนอกโรงเรือน ของเดือนสิงหาคม เท่ากับ 30.94 และ 34.63 °C และเดือนกันยายน เท่ากับ 30.74 และ35.37 °C ตามลำดับ และความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเรือน และนอกโรงเรือน ตลอดช่วงการทดลองในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 82.73 และ 87.30 % และเดือนกันยายน เท่ากับ 79.91 และ 88.25 % โดยค่าดัชนีอุณหภูมิ –ความชื้นสัมพัทธ์ ตามปกตินั้นไม่ควรเกิน 72 (McDowell, 1972) แต่ค่าดัชนีอุณหภูมิ – ความชื้นสัมพัทธ์ มีค่ามากกว่า 72 แสดงว่าแม่โคในการทดลองอยู่ในสภาพเกิดความเครียดจากความร้อน (West *et al*., 2003) แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของค่า THI ภายในอากาศที่สามารถทำให้โคเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน และความชื้นในอากาศ ซึ่งนำไปสู่การเกิดสภาวะ hyperthermia ในโค ส่งผลอุณหภูมิร่างกายของโคเพิ่มสูงขึ้น (Yousef, 1985; García-Isperito *et al*., 2007) สำหรับค่าเฉลี่ยความเร็วลมพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.21 m/s ซึ่งจัดเป็นลมพัดอ่อนๆ (McDowell, 1972) อาจส่งผลต่อการลดความเครียดจากความร้อนโดยการสูญเสียความร้อนจากการระเหยและการสูญเสียความร้อนแบบการพาความร้อนได้ (Elam, 1971) จากข้อมูลสภาพอากาศข้างต้นนั้น แสดงว่าสภาพอากาศทั้งในโรงเรือนและนอกโรงเรือนนั้นมีค่าสูงเกินค่า Thermo-neutral zone ตามปกติในโคนม ทำให้โคเกิดภาวะร้อนเครียดได้ (Yousef, 1985)

Table 2 Daily means of climatological data collected from 9 AM to 3 PM in the indoors and outdoors.

	Indoors				Outdoors			
Month	DB (°C)	BG (°C)	RH (%)	THI	DB (°C)	BG (°C)	RH (%°)	THI
Aug.	29.63	30.94	82.73	81.61	30.36	34.63	87.30	83.28
Sep.	29.90	31.18	79.91	81.38	30.78	35.37	88.25	83.93
Mean	29.77	31.06	81.32	81.50	30.57	35.00	87.78	83.61

Aug. = August; Sep. = September; DB = Dry bulb; BG = Black globe; RH = Relative humidity and THI = Temperature-humidity index

การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา

เมื่อให้ระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศ (Cooling system) ต่อค่าทางสรีรวิทยา พบว่าโคนมมีอัตราการหายใจ (RR) และอัตราการขับเหงื่อ (SR) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และ อุณหภูมิทางทวารหนัก (RT) อุณหภูมิผิวหนัง (ST) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ให้ระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศ (control) ดังแสดงใน Table 3 พบว่า ค่าเฉลี่ย RT และ RR เท่ากับ 38.65±0.14 °C และ 42.50 ครั้ง /นาที ในกลุ่ม cooling system ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (control) ที่มีค่าเท่ากับ 39.65±0.29 °C และ 69 ครั้ง / นาที ตามลำดับ

Table 3 Physiological changes of dairy cows under the control and cooling systems

Items	control	cooling system	P-value
Rectal temperature (RT;°C)	39.65±0.29	38.65±0.14	*
Respiratory Rate (RR ;breath/min)	69.83±10.83	42.50±6.44	**
Skin Temperature (ST;°C)	38.65±0.41	37.96±0.53	*
Sweating Rate (SR ;g/m^2/h)	236.70±27.33	202.77±25.04	**

** significance at $P<0.01$,

* significance at $P<0.05$

การเพิ่มขึ้นของ RR แสดงให้เห็นว่าโคมีความเครียดจากความร้อนอยู่ในระดับปานกลาง (Shrode *et al*., 1960) ซึ่งหมายความว่าการให้ระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศแก่โคทำให้เกิดกระบวนการระเหยความร้อน (evaporative cooling system)ส่งผลให้ช่วยลดความเครียดจากความร้อนของโคได้ (Miron *et al*, 2008) ในส่วนของค่า ST พบว่ากลุ่ม control มีค่าสูงกว่ากลุ่ม cooling system (38.65 *vs*. 37.96 ตามลำดับ) ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่า ST จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิการแผ่รังสีภายในโรงเรือน (30.42°C) ซึ่งในการทดลองพบว่าอุณหภูมิแผ่รังสีมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับโคนมโฮสไตน์ฟรีเซียน คือ 25 °C (Roenfeldt, 1998)

การเปลี่ยนแปลงทางด้านโลหิต

เมื่อวัดค่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากให้อาหาร 4 ชั่วโมงพบว่า โคทั้ง 2 กลุ่มมีค่าระดับน้ำตาลในเลือด (BG) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P <0.05) โดยกลุ่ม cooling system มีค่าเท่ากับ 28.99±5.38

mg/dl ซึ่งต่ำกว่ากลุ่ม control ที่มีค่าเท่ากับ 33.83±7.40 mg/dl (Table 4) เมื่อโคอยู่ในสภาวะเครียดจากความร้อน จะส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 33 °C จะส่งผลให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งลดลง และพบว่ามีผลกระทบต่อกระบวนการ gluconeogenesis อาจเนื่องมาจากเมื่อโคเกิดความเครียดจากความร้อน โคจำเป็นต้องใช้พลังงานจากน้ำตาลกลูโคสเพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้เป็นปกติ และการควบคุมสลายกลูโคสจากตับ (Tian *et al.* 2015)

สำหรับค่าระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนกินอาหาร) และ 4 ชั่วโมง (หลังกินอาหาร) พบว่าโคทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) แสดงว่าโคในที่ได้รับน้ำพ่นนั้น ทำให้โคเกิดความเครียดจากความร้อนลดลงจะส่งผลให้ระดับ BUN ในกระแสเลือดสูง (Marai *et al.*,1995) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการย่อยอาหารในกระเพาะรูเมนโดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากการ break down โปรตีนได้ดีขึ้น ทำให้ยูเรียไนโตรเจนในเลือดสูงขึ้น (Alnaimy *et al.*,1992)

Table 4 Blood system changes of dairy cows under the Control and Cooling systems

Items	control	cooling system	P-value
Blood glucose (BG., mg/dl) 0	34.05±6.91	32.48±10.25	ns
Blood glucose (BG., mg/dl) 4 h	33.83±7.40	28.99±5.38	*
Blood urea nitrogen (BUN., mg/dl) 0 h	9.32±2.58	12.97±3.40	**
Blood urea nitrogen (BUN., mg/dl) 4 h	9.80±2.95	15.57±2.67	**
Triiodothyronine (T_3, μg/dl)	132.33±32.51	165.83±36.35	**

** significant at $P<0.01$

* significant at $P<0.05$

ns non-significant

ส่วนค่าระดับฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (TriiAodothyronine ,T_3) พบว่าโคทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P <0.01) ซึ่ง Baccari *et al.* (1983) รายงานว่า ระดับของ T_3 จะลดลงเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแม่โคที่ได้รับน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศในช่วงเวลาเช้าและบ่ายเพื่อเป็นการลดความเครียดจากความร้อน แต่ทำให้ไม่สามารถกินอาหารได้ในช่วงดังกล่าวมีผลต่อปริมาณการกินได้ที่ลดลง เกิดการเผาผลาญอาหารลดลง ทำให้ระดับของ T_3 ซึ่งจัดเป็น Caloriegenic hormone ในกลุ่มควบคุมลดลง เป็นการลดกิจกรรมของต่อมไทรอยด์ผ่านทางสมองส่วนไฮโปทาลามัส (Yousef and Johnson, 1967) ส่งผลต่อการลดการสร้างความร้อนในร่างกาย (Prasanpanich *et al.*, 2000) ปริมาณการกินได้ที่ลดลงของโคในงานี้ เกิดจากโคใช้เวลาในการได้รับระบบน้ำพ่นเป็นเวลา 2-3 ชม.ต่อวัน รวมทั้งคุณภาพอาหารที่สัตว์กิน ก็มีส่วนที่ทำให้การย่อยได้และการเผาผลาญอาหารลดลง (Church, 1976) ทำให้ระดับของ T_3 ลดลง

สรุป

การใช้ระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศภายในโรงเรือน สามารถช่วยลดระดับของความเครียดจากความร้อนในโคนมได้ โดยที่ค่าสรีรวิทยา ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิทวาร อุณหภูมิผิวหนัง อัตราหารหายใจ และอัตราการขับเหงื่อ ลดลง นอกจากนั้นยังพบว่าเมื่อสัตว์ได้รับผลกระทบจากความเครียดจากความร้อน ระดับน้ำตาลกลูโคส และระดับของฮอร์โมน T3 เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากสัตว์ต้องการพลังงานเพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้

ปกติ ดังนั้นหากต้องการลดความเครียดจากความร้อนในโคนมการใช้ระบบน้ำพ่นร่วมกับพัดลมระบายอากาศอาจเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยลดระดับความเครียดจากความร้อนของโคได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย รวมทั้งองค์การส่งเสริมโคนมแห่งประเทศไทย (DPO) ที่สนับสนุนสถานที่ทำการทดลอง และเจ้าหน้าที่ของฟาร์ม โดยเฉพาะ ดร. ณัฐภรณ์ แก้วประทุม ที่ได้ให้การช่วยเหลืองานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ชาญวิทย์ วัชรพุกก์. 2539. สรีรวิทยาสภาพแวดล้อมของสัตว์เลี้ยงในเขตร้อน. ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 347 น.

Alnaimy A., M. Habbeb, M. Fayaz, M. Marai, T. H. Kamal. 1992. Heat stress. ***In***: Phillpis C, Piggins D (eds) Farm animals and the environment. CAB International, Oxfordshire, pp 27–47

Baccari F. Jr., H.D. Johnson, G.L. Hahn. 1983. Environmental heat effects on growth, plasma T3, and postheat compensatory effects on Holstein calves. **Proc Soc Exp Biol Med**. 173:312–318

Berman, A., Y. Folman, M. Kaim, M. Mamen, Z. Herz, D. Wolfenson, A. Arieli and Y. Graber. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows

Church, D.C. (1976) **Digestive physiology and Nutrition of Ruminants. Volume 1-Digestive Physiology**, 2nd Edition, O&B Books, Inc..

Elam, C.J. 1971. Problems related to intensive indoor beef production systems. **J. Anim. Sci**. 32 : 554-559.

Flamenbaum. I. and N. Galon. 2010. Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel. **J Reprod Develop.** 56: S36-S41.

García-Isperito I, F. López-Gatius, G. Bech-Sabat, P. Santolaria, JL. Yániz, C. Nogareda, F R. ensis and López-Béjar M.. 2007. Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. **Theriogenology** 67: 1379-1385.

Marai IFM, Habeeb AAM, Daader AH and Yousef HM. 1995. Effects of Egyptian sub-tropical conditions and the heat stress alleviation techniques of water spray and diaphoretics on the growth and physiological functions of Friesian calves. **J. Arid Env.** 30: 219-225.

McDowell, R.E. 1972. **Improvement of Livestock Production in Warm Climates.** W.H. Freeman and Company, San Francisco, The United States of America.

Miron, J., G. Adin, R. Solomon, M. Nikbachat, A. Zenou, A. Shamay, A. Brosh, S.Y. Mabjeesh. 2008. Heat production and retained energy in lactating cows held under hot summer conditions with evaporative cooling and fed two rations differing in roughage content and in vitro digestibility. **Anim.** 2 (6):843–848

Payne, W.J.A. (1955). Some effects of improved management on dairy cattle in the tropics. *Animal Breeding Abstract* 23, 1-14.

Prasanpanich, S., G.N. Hinch, C.J. Thwaites, N.D. Baille and C.Vajrabukka. 2002. Skin Temperature and Sweating Rate Responses on the Black and White Skin Areas of Friesian Bull Calves. **Amin Prod. Aust.** 24:181-184.

Roenfeldt, S. 1998. You can't afford to ignore heat stress. **Dairy Manage.** 35 (5): 6–12.

Shearer, J.K.; R.A. Bray and R.A. Bucklin. 1999. The management of heat stress in dairy cattle: What we have learned in Florida. Proc. Feed and Nutritional management Cow College, **Virginia Tech**, pp 1-13.

Schleger, A.V. and H.G. Turnur. 1965. Sweating rate of cattle in the field and their reaction to diumal and seasonal changes. **Aust. J. Agric. Res.** 16: 92-106.

Shrode, R.R., F.R., Quazi, I.W. Rupel, and R.E. Leighton. 1960.Variation in rectal temperature, respiration rate and pulse rate of cattle as related to variation in four environmental variables. **J. Dairy Sci.**, 43: 1235-1244.

Suadsong S, J. Suwimonteerabutr, P. Virakul, S. Chanpongsang and A. Kunavongkrit. 2008. Effect of improved cooling system on reproduction and lactation in dairy cows under tropical conditions. **Asian-Australas. J. Anim. Sci. 2008;** 21(4): 555-560.

SAS – University – Edition © 2014, SAS Institute Inc, Cary. NC, USA

Tian H, W.Y. Wang, N. Zheng, J.B. Cheng, S.L. Li, Y.D Zhang. 2015. Identification of Diagnostic Biomarkers and Metabolic Pathway Shifts of Heat-Stressed Lactating Dairy Cows. **J Proteomics.**; 125: 17-28.

Tudsri, S. and Sawasdipanit, S. (1993). Managerial approach to pasture production in Thailand. In *Strategies for Suitable Forage-Based Livestock Production in Southeast Asia, Proceedings of the 3rd Meeting of Regional Working Group on Grazing and Feed Resources of Southeast Asia* (Ed. S. Tudsri), pp. 124-131. Khon Khaen, Thailand.

Yousef, M.K. (1985). Thermal environment. In *Stress Physiology in Livestock. Vol. 1 Basic Principles* (Ed. M.K. Yousef), pp. 9-14. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

_____, M.K. and H.D Johnson.1967. Calorigenesis of dairy cattle dairy cattle. as influenced by thyroxine and environmental temperature. **J. Anim. Sci.** 25, 150–156.

West, J. W., B. G. Mullinix and J. K. Bernard. 2003. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.** 86: 232-242

สาขาสัตวแพทยศาสตร์

Subject: Veterinary Medicine

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



KU
KASETSART
UNIVERSITY

การเลือกเครื่องหมายไมโครแซตเทลไลต์สำหรับการทดสอบความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ชนไทย

Selection of Microsatellite Markers for Paternity Testing in Thai Fighting Chicken

อุคเดช บุญประกอบ[1*] และ สมหมาย หอมสวาท[1]

Ukadej Boonyaprakob[1*] and Sommai Homsavart[1]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่มีความรวดเร็วและเชื่อถือได้สำหรับการทดสอบความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ชนของไทย เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ของไก่จำนวน 19 ตำแหน่งได้รับการทดสอบ เริ่มจากไพรเมอร์ 3 คู่ได้รับการทดสอบและแสดงให้เห็นว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยาพีซีอาร์มีดังนี้ ความเข้มข้นของตัวอย่างดีเอนเอ 25 ng $MgCl_2$ 2.0 mM dNTP 0.2 mM primers 0.2 µM และ *Taq* DNA Polymerase 0.2 unit จากนั้นใช้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยาพีซีอาร์กับไพรเมอร์ทุกคู่ในการตรวจคัดกรองเพื่อหาเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์สำหรับศึกษาความเป็นพ่อ-ลูก เครื่องหมายตำแหน่งหนึ่ง (MCW0284) ไม่สามารถเพิ่มจำนวนชิ้นดีเอนเอได้ และเครื่องหมาย 6 ตำแหน่ง (LEI0192, LEI0212, LEI0258, LEI0234, LEI0217, MCW0330) ที่แสดงความหลากหลายทางพันธุกรรมระดับสูงระหว่างไก่ที่ทดสอบ ได้รับเลือกเพื่อทดสอบความเป็นพ่อ-ลูก ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบของลายพิมพ์ไมโครแซทเทลไลท์ของพ่อ-แม่และลูกสามารถระบุความเป็นพ่อทางสายเลือดของลูกไก่แต่ละตัวได้อย่างถูกต้อง ผลสรุปของการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์ที่อาศัยพื้นฐานจากพีซีอาร์เป็นเครื่องมือที่ง่ายต่อการใช้เพื่อทดสอบความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ในอุตสาหกรรมไก่ชนของประเทศไทย

ABSTRACT

This study aimed to develop a rapid and reliable tool for paternity testing in the Thai fighting chicken. Nineteen chicken microsatellite markers were tested. Initially, three primer pairs were tested, and showed that optimum PCR conditions were as follows: the concentrations of 25 ng template DNA, 2.0 mM $MgCl_2$, 0.2 mM dNTPs, 0.2 µM primers, and 0.2 unit *Taq* DNA polymerase. The optimized PCR conditions were then used for all primer pairs in screening for suitable microsatellite markers for paternity studies. One marker (MCW0284) could not be amplified and 6 markers (LEI0192, LEI0212, LEI0258, LEI0234, LEI0217, MCW0330), which exhibited high levels of polymorphism among the tested chicken, were selected for the paternity analysis. The results showed that the microsatellite fingerprint patterns in parents and offspring were able to reliably identify biological father of an individual. In conclusion, the present study shows that the PCR-based microsatellite markers offer an easy-to-use tool in paternity testing for the Thai cockfighting industry.

Keywords: microsatellite markers; fighting chicken; parentage testing; PCR

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

[1]ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ไก่ชน หรือ ไก่อู (ชื่อวิทยาศาสตร์ *Gallus domesticus*) เป็นไก่พื้นเมืองของไทยที่ได้รับความนิยมเลี้ยงเป็นธุรกิจระดับชาวบ้าน เพราะนอกจากเป็นแหล่งเนื้อสำหรับบริโภคและเป็นสัตว์เลี้ยงสวยงามแล้ว ยังนิยมเลี้ยงเพื่อใช้และจำหน่ายในวงการตีไก่ หรือ ชนไก่ (cockfighting) ด้วย ปัจจุบันตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศมีความต้องการไก่ชนพันธุ์ดีเป็นอย่างมาก การเลี้ยงและจำหน่ายไก่ชนจึงสามารถเพิ่มรายได้ให้กับผู้มีรายได้น้อย เนื่องจากการเพาะเลี้ยงไก่ชนใช้ต้นทุนต่ำ แต่สามารถขายได้ในราคาสูง โดยเฉพาะไก่ชนที่มีประวัติว่าเคยชนะการตีไก่มาก่อนอาจมีราคาตั้งแต่ระดับหลายพันถึงหลายแสนบาท แต่เจ้าของส่วนใหญ่ไม่ยอมขายเพราะต้องการเก็บไว้ใช้ตีหรือเป็นพ่อพันธุ์ ทำให้ลูกไก่ที่เกิดจากพ่อไก่ที่มีประวัติว่าเคยชนะการตีไก่ดังกล่าวนั้นเป็นที่ต้องการและมีราคาสูงเพราะผู้ซื้อเชื่อว่าลักษณะที่ดีของไก่ เช่น ความอดทน ชั้นเชิงดี และเลือดนักสู้ ได้รับการถ่ายทอดทางสายเลือด (ทางพันธุกรรม) แต่เกิดคำถามสำหรับผู้ซื้อตามมาว่า ลูกไก่ที่ซื้อมาด้วยราคาที่สูงกว่าลูกไก่ทั่วไปนั้นเป็นลูกไก่ที่เกิดมาจากพ่อไก่ที่ผู้ซื้อต้องการจริงหรือไม่ จึงมีความต้องการ วิธีการตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูก (paternity test) ของไก่ชน เพื่อทำให้ผู้ซื้อเกิดความเชื่อมั่นระหว่างการซื้อ-ขายลูกไก่ชน

ไมโครแซทเทิลไลท์ (microsatellites หรือ Short Tandem-Repeat, STR) เป็นส่วนของดีเอนเอบริเวณที่มีการจัดเรียงลำดับนิวคลีโอไทด์ (nucleotide) หรือ เบส (base) จำนวน 2-6 เบสเป็นชุดซ้ำจำนวนหลายซ้ำ ทั้งนี้ STR แต่ละตำแหน่ง (locus) มี จำนวนซ้ำ เป็นอัตลักษณ์เฉพาะบุคคลและมีจำนวน 2 อัลลีล (alleles) ได้รับการถ่ายทอดมาจากพ่อ 1 อัลลีลและจากแม่ 1 อัลลีล เครื่องหมายไมโครแซทเทิลไลท์ (microsatellite marker) เป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่ได้รับความนิยมสำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของคนและของสัตว์ รวมถึงการตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ความเป็นพ่อและลูก (Webster and Reichart, 2005) ปัจจุบันมีรายงานการใช้เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์สำหรับตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ความเป็น พ่อ-ลูก แม่-ลูก ของสัตว์หลายชนิดในประเทศไทย เช่น โคนม (Chethasing, et al., 2008) และกระบือปลัก (ณชัยและคณะ 2555) แต่ยังมีข้อมูลอย่างจำกัดสำหรับการศึกษาเรื่องดังกล่าวในไก่ โดยเฉพาะไก่พื้นเมืองของไทย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยาพีซีอาร์สำหรับเพิ่มจำนวนชิ้นดีเอนเอบริเวณไมโครแซทเทิลไลท์ของไก่ แล้วคัดเลือกเครื่องหมายดีเอนเอจากข้อมูลไมโครแซทเทิลไลท์ของไก่ที่เหมาะต่อการใช้สร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอของไก่ชนเพื่อพัฒนาเป็นเครื่องมือที่มีความสะดวก รวดเร็ว และเชื่อถือได้สำหรับการตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูกของไก่พื้นเมือง (ไก่ชน) ของไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

เนื้อเยื่อตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างดีเอนเอ

เก็บตัวอย่างด้วยเทคนิคที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์จากไก่ชนจำนวน 3 ครอบครัว ของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ประกอบด้วย พ่อ-แม่ จำนวน 3 คู่ (6 ตัว) และลูกของพ่อ-แม่แต่ละคู่จำนวน 2 ตัว ต่อครอบครัว (รวม 6 ตัว) ใช้ตัวอย่างจากขน (calamus tip) ของพ่อและแม่ไก่ เยื่อเปลือกไข่ (หรือเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อกรณีลูกไก่ตาย) ของลูกไก่ ตัวอย่างได้รับการเก็บแยกใส่ในหลอดทดลองที่มี 70% แอลกอฮอร์ และเขียนตัวเลขรหัสกำกับข้างหลอดเพื่อจำแนกครอบครัว และระบุว่าเป็นตัวอย่างจากพ่อ แม่ หรือ ลูก จากนั้นแช่น้ำแข็งระหว่างขนส่งและเก็บที่ - 20˚C จนกว่าจะใช้งาน ดีเอนเอจากตัวอย่างได้รับการสกัดด้วย DNA mini kit (Qiagen, Germany) ตามคำแนะนำจากบริษัท แล้วตรวจวัดปริมาณดีเอ็นเอด้วยเครื่อง Nano Drop ND-1000

Spectrophotometer และวัดคุณภาพดีเอ็นเอด้วยเทคนิคอกาโรส เจล (0.8 %) อิเล็กโทรโฟรีซิส และเก็บดีเอ็นเอที่อุณหภูมิ - 20˚C จนกว่าจะใช้งาน

การเลือกเครื่องหมายพันธุกรรมไมโครแซทเทิลไลท์ และพีซีอาร์

เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลต์ของไก่ จำนวน 19 ตำแหน่ง (Table 1) ได้พิจารณาเลือกตามคำแนะนำของ ISAG–FAO recommended microsatellite markers (FAO, 2011) และรายงานการใช้ไมโครแซทเทลไลต์ของไก่ที่มีมาก่อนหน้านี้ (McConnell et al., 1999 และ Fulton et al., 2006) จากนั้น สุ่มเลือกไพรเมอร์จำนวน 3 คู่ ตำแหน่ง MCW0330 LEI0192 และ LEI0234 เพื่อทดสอบภาวะที่เหมาะสมที่สุด (optimized conditions) ของการเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ เริ่มจากปฏิกิริยาปริมาตร 10 µl ประกอบด้วย ดีเอนเอ 25 ng 1x buffer (10 mM Tris HCl and 50 mM KCl, pH 8.0) 1.5 mM $MgCl_2$ 0.2 mM dNTP 0.2 µM ของแต่ละ primer และ 0.2 unit *Taq* DNA Polymerase อาศัยเครื่อง PCR thermocycler (BIO-RAD; T100™) และควบคุมอุณหภูมิ ดังนี้ initial denaturation อุณหภูมิ 94 °C นาน 5 นาที และ 35 รอบของ อุณหภูมิ 94 °C นาน 45 วินาที อุณหภูมิ 51-60 °C (ผันแปรตามคู่ไพรเมอร์) นาน 45 วินาที และอุณหภูมิ 72 °C นาน 45 วินาที และ final extension ที่อุณหภูมิ 72 °C นาน 10 นาที ทั้งนี้ การเตรียมปฏิกิริยาพีซีอาร์เบื้องต้นมีหลอดที่ไม่ใส่เฉพาะดีเอนเอต้นแบบเป็นหลอดควบคุมที่ให้ผลลบ จากนั้น ทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยาพีซีอาร์ด้วยการปรับองค์ประกอบ คือ ระดับความเข้มข้นดีเอนเอ (5 , 10, 25, 50 และ 100 ng) ระดับความเข้มข้น $MgCl_2$ (1.0, 1.5, 2.0, 2.5, และ 3.0 mM) ระดับความเข้มข้น dNTP (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, และ 1.0 mM) ระดับความเข้มข้น primers (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, และ 1.0 µM) และปริมาณเอนไซม์ (0.1 , 0.2, 0.5, และ 1.0 units) *Taq* DNA polymerase (Invitrogen) แล้วใช้ปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่เหมาะสมที่สุดดังกล่าวและคู่ไพรเมอร์แต่ละคู่ (19 คู่) เพิ่มจำนวนชิ้นดีเอนเอบริเวณ STR ของตัวอย่างไก่จำนวน 7 ตัว ที่มีประวัติมีความสัมพันธ์ในครอบครัวเป็นพ่อ-ลูก หรือ แม่-ลูก แล้ว เลือกเฉพาะคู่ไพรเมอร์ที่ให้ผลผลิตพีซีอาร์ที่แสดงความหลากหลายของรูปแบบอัลลีล (polymorphic alleles) ระดับสูง โดยสังเกตจากตำแหน่งของแถบดีเอนเอบนเจลอกาโรส (3%)

การตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ชนด้วยเทคนิค microsatellite PCR

การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างพ่อและลูกไก่ชนด้วยเทคนิค microsatellite PCR เริ่มจากการค้นหา STR alleles (จำนวนซ้ำของ STR) ของลูกที่ต่างจากของแม่ด้วยเทคนิคพีซีอาร์และคู่ไพรเมอร์ไมโครแซทเทลไลต์ของตำแหน่ง LEI0192 LEI0212 LEI0258 และ LEI0094 เพื่อเพิ่มจำนวนชิ้นดีเอนเอบริเวณ STR ของแม่ไก่และลูกไก่ จำนวน 4 คู่ (3 ครอบครัว ประกอบด้วย แม่ 3 ตัว และลูก 4 ตัว) แล้วแยกขนาดของผลผลิต PCR ด้วยเทคนิคอกาโรสเจล อิเลกโตรโฟรีซิส 3% (w/v) พร้อม DNA markers (100 bp DNA ladder marker, Axygen®) ย้อมแถบดีเอ็นเอด้วย EtBr แล้วบันทึกภาพด้วยระบบดิจิตอลเพื่อสร้างลายพิมพ์ดีเอนเอชนิดไมโครแซทเทลไลต์ (microsatellite fingerprints) จากนั้นเปรียบเทียบตำแหน่งแถบดีเอนเอบนเจลอกาโรสระหว่างผลผลิตพีซีอาร์ของแม่และของลูกที่เกิดจากไพรเมอร์คู่เดียวกัน โดยอาศัยหลักว่าแถบดีเอนเอที่มีตำแหน่งเดียวกันบนเจลอกาโรส คือ ผลผลิตพีซีอาร์ที่มีขนาด (จำนวนเบส) เท่ากัน เพราะเป็นผลผลิตจากการเพิ่มจำนวนชิ้นดีเอนเอบริเวณ STR ที่มีจำนวนซ้ำเท่ากัน (อัลลีลชนิดเดียวกัน) แล้วเลือกเฉพาะคู่ไพรเมอร์ที่ให้ผลผลิตพีซีอาร์ที่แสดง STR อัลลีลของลูกไม่เหมือนของแม่ (ตามทฤษฎีควรเหมือนของพ่อ) ไปใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นต่อมาใช้เทคนิคพีซีอาร์ร่วมกับคู่ไพรเมอร์ที่เลือกไว้ดังกล่าวสร้างลายพิมพ์ดีเอนเอของแม่ ลูก และพ่อของไก่ครอบครัวหนึ่งและพ่อไก่ที่มาจากครอบครัวอื่น แล้วเปรียบเทียบตำแหน่งของแถบดีเอนเอบนเจลอกาโรส

Table 1 List of microsatellite primers used in this study.

Locus	Chromosome	Primer sequence (5'⟶3')	TA (°C)	Reference
LEI0166	3	F : CTCCTGCCCTTAGCTACGCA	60	FAO, 2011
		R: TATCCCCTGGCTGGGAGTTT		
MCW0183	7	F : ATCCCAGTGTCGAGTATCCGA	58	FAO, 2011
		R: TGAGATTTACTGGAGCCTGCC		
MCW0104	13	F : TAGCACAACTCAAGCTGTGAG	60	FAO, 2011
		R: AGACTTGCACAGCTGTGTACC		
MCW0330	17	F : TGGACCTCATCAGTCTGACAG	60	FAO, 2011
		R : AATGTTCTCATAGAGTTCCTGC		
LEI0192	6	F : TGCCAGAGCTTCAGTCTGT	60	FAO, 2011
		R : GTCATTACTGTTATGTTTATTGC		
MCW0206	2	F : CTTGACAGTGATGCATTAAATG	60	FAO, 2011
		R : ACATCTAGAATTGACTGTTCAC		
MCW0222	3	F : GCAGTTACATTGAAATGATTCC	60	FAO, 2011
		R: TTCTCAAAACACCTAGAAGAC		
MCW0248	1	F : GTTGTTCAAAAGAAGATGCATG	60	FAO, 2011
		R: TTGCATTAACTGGGCACTTTC		
MCW0034	2	F : TGCACGCACTTACATACTTAGAGA	60	FAO, 2011
		R : TGTCCTTCCAATTACATTCATGGG		
LEI0234	2	F : ATGCATCAGATTGGTATTCAA	60	FAO, 2011
		R : CGTGGCTGTGAACAAATATG		
MCW0098	4	F : GGCTGCTTTGTGCTCTTCTCG	60	FAO, 2011
		R : CGATGGTCGTAATTCTCACGT		
MCW0284	4	F : GCCTTAGGAAAAACTCCTAAGG	60	FAO, 2011
		R : CAGAGCTGGATTGGTGTCAAG		
LEI0094	4	F : GATCTCACCAGTATGAGCTGC	60	FAO, 2011
		R : TCTCACACTGTAACACAGTGC		
LEI0248	2	F : TTTGAAAGTGACCATGATTCTG	51	McConnell et al., 1999
		R: AAGCAGTTTCCAAGCTAAGAAC		
LEI0221	1	F : CCTTTATCCACTCTTCATGCAC	58	McConnell et al., 1999
		R: TGCATAAATTCCATGGGTAAGC		
LEI0217	1	F : GATGACTGAGAGAAATAACTTG	51	McConnell et al., 1999
		R: AAATTACTGAGGCACAGGAG		
LEI0212	6	F : TTTGCCAATCCCTATTGAGC	58	McConnell et al., 1999
		R: TTTTCATATTTGTGGCGTGC		
LEI0258	16	F: CACGCAGCAGAACTTGGTAAGG	58	Fulton et al., 2006
		R: AGCTGTGCTCAGTCCTCAGTGC		
MCW0371	16	F: CTGCTCCGAGCTGTAATCCTG	60	Fulton et al., 2006
		R: TTTCATGGCATCCTAAGATG		

(4%) โดยอาศัยหลักว่า แถบดีเอนเอของลูกไก่และของพ่อทางสายเลือดมีตำแหน่งตรงกันบนเจลอกาโรส เพราะมีจำนวนซ้ำของ STR เท่ากัน (ที่ลูกได้รับพันธุกรรมมาจากพ่อ) แต่แถบดีเอนเอของลูกไก่มีตำแหน่งแตกต่างจากแถบดีเอนเอของพ่อไก่จากครอบครัวอื่น กรณีที่พบเช่นนี้แสดงว่าตำแหน่ง STR ดังกล่าว มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นเครื่องหมายไมโครแซตเทลไลต์สำหรับการตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ชนกลุ่มนี้ได้

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของเทคนิคพีซีอาร์และคัดเลือกคู่ไพรเมอร์

การทดสอบสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยาพีซีอาร์ ปริมาตร 10 µl ด้วยไพรเมอร์จำนวน 3 คู่ของตำแหน่ง MCW0330 LEI0192 และ LEI0234 ใช้ annealing temperature ตามข้อมูลอ้างอิงของ FAO (2011) พบแถบดีเอนเอเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และมีความคมชัดที่สุดบนเจลอกาโรสเมื่อใช้ปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่ประกอบด้วยตัวอย่างดีเอนเอปริมาณ 25 ng, 2.0 mM $MgCl_2$, 0.2 dNTP mM, 0.2 µM ของแต่ละ primer และ *Taq* DNA Polymerase 0.2 unit และเมื่ออาศัยปฏิกิริยาพีซีอาร์ดังกล่าวร่วมกับคู่ไพรเมอร์ไมโครแซทเทลไลต์แต่ละคู่จำนวน 19 คู่ (Table 1) เพื่อเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอจากตัวอย่างดีเอนเอของไก่จำนวน 7 ตัวแล้วพบว่า ผลผลิตพีซีอาร์ที่แสดงความหลากหลายของอัลลีลระดับสูง (ระหว่าง 4 - 8 อัลลีล) มาจากไพรเมอร์จำนวน 6 คู่ คือ ตำแหน่ง LEI0192, LEI0212, LEI0258, LEI0234, LEI0217 และ MCW0330 ตามลำดับ

การตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ชนด้วยเทคนิค microsatellite PCR

วิธีการตรวจพิสูจน์ความสัมพันธ์พ่อ-ลูกของไก่ชนด้วยเทคนิค microsatellite PCR เริ่มจากการค้นหา STR alleles ของลูกที่ต่างจากของแม่ด้วยเทคนิคพีซีอาร์และคู่ไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0192 LEI0212 LEI0258 และ LEI0094 เพื่อเพิ่มจำนวนชิ้นดีเอนเอบริเวณ STR ของแม่และลูกไก่ จำนวน 4 คู่ (3 ครอบครัว ประกอบด้วยแม่ 3 ตัว ลูก 4 ตัว) ผลการศึกษา (Figure 1) พบว่า (ก.) คู่ไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0192 ให้แถบดีเอนเอของลูกที่มีตำแหน่งแตกต่างและแยกได้ชัดเจนจากแถบดีเอนเอของแม่จากไก่ทั้ง 4 คู่ (ข.) คู่ไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0212 ให้แถบดีเอนเอของลูกที่มีขนาดแตกต่างและแยกได้อย่างชัดเจนจากแถบดีเอนเอของแม่ เฉพาะแม่-ลูกคู่ที่ 1 แต่ให้แถบดีเอนเอที่มีขนาดใกล้เคียงกัน (ยากต่อการแยกด้วยตาเปล่า) ระหว่างแม่-ลูกอีก 3 คู่ (ค.) คู่ไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0258 ให้แถบดีเอนเอของลูกที่มีขนาดแตกต่างและแยกได้อย่างชัดเจนจากแถบดีเอนเอของแม่ เฉพาะแม่-ลูกคู่ที่ 1 และ 3 แต่ให้แถบดีเอนเอที่มีขนาดใกล้เคียงกันระหว่างแม่-ลูกอีก 2 คู่ (ง.) คู่ไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0094 ให้แถบดีเอนเอของลูกที่มีขนาดแตกต่างและแยกได้อย่างชัดเจนจากแถบดีเอนเอของแม่ เฉพาะแม่-ลูกคู่ที่ 1 แต่ให้แถบดีเอนเอที่มีขนาดใกล้เคียงกันระหว่างแม่-ลูกอีก 3 คู่ จากนั้น เลือกเฉพาะคู่ไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอนเอ (ผลผลิตพีซีอาร์ของ STR alleles) ที่พบเฉพาะในลูก (ไม่พบในแม่) สำหรับใช้ในขั้นต่อไป

ต่อมาใช้คู่ไพรเมอร์ที่ให้ผลผลิตพีซีอาร์ที่แสดง STR alleles ที่พบเฉพาะในลูก (ไม่พบในแม่) ตามที่กล่าวมาแล้วเพื่อเพิ่มจำนวนชิ้นดีเอนเอบริเวณ STR ของไก่แต่ละครอบครัว (แม่ ลูก พ่อ) และไก่เพศผู้จากครอบครัวอื่นและสร้างลายพิมพ์ดีเอนเอเพื่อเปรียบเทียบความเหมือนของอัลลีลระหว่างลูก-แม่ ลูก-พ่อ และพ่อไก่ตัวอื่น เพื่อพิสูจน์ความเป็นพ่อทางสายเลือด ผลการศึกษาพบว่าเทคนิคพีซีอาร์และคู่ไพรเมอร์ไมโครแซทเทิลไลท์สามารถใช้ร่วมกับเทคนิคอกาโรสเจล อิเลคโตรโฟรีซิส เพื่อสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอสำหรับตรวจพิสูจน์ความเป็นพ่อของลูกไก่แต่ละครอบครัวได้อย่างถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Figure 1

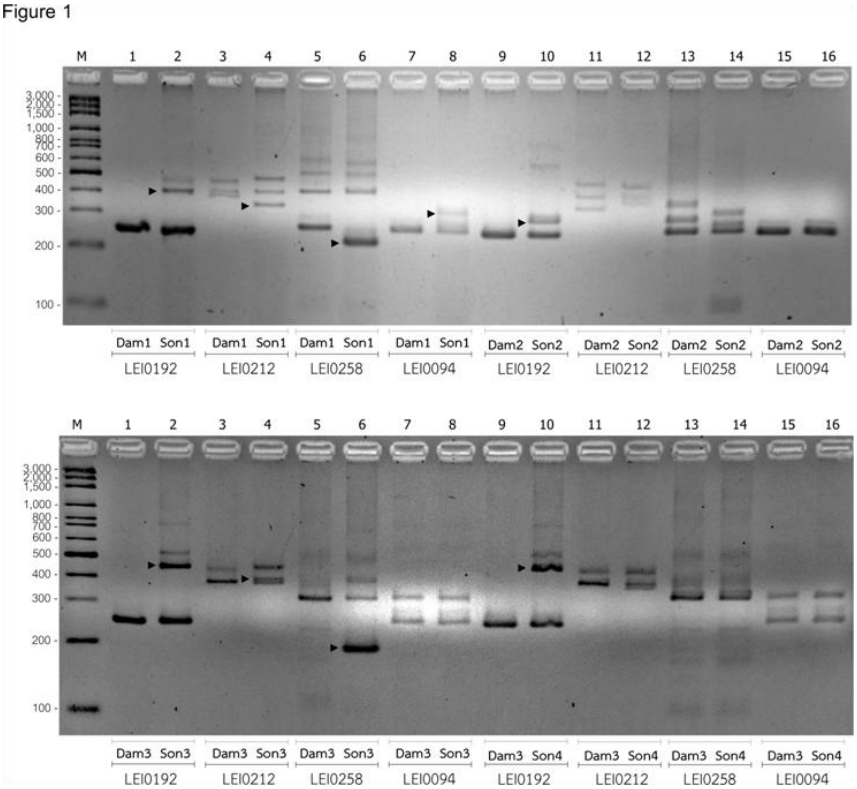


Figure 1 Agarose gel (3.0%) electrophoresis of PCR products from four microsatellite markers (LEI0192 LEI0212 LEI0258 and LEI0094). The results of each dam samples are compared with those of their son in 3 chicken families (3 dams and 4 sons). The arrow (▶) indicates the band present in the DNA from the son only (not in the DNA from his dam). Lane M, 100 bp ladder.

ตัวอย่างที่ 1 ลายพิมพ์ดีเอนเอของไก่ครอบครัวที่ 1 (แม่ไก่ ลูกไก่ พ่อไก่) และพ่อไก่จากครอบครัวอื่น จากไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0192 (Figure 2.1) พบ แถบดีเอนเอแถบหนึ่ง (a) ของลูกไก่มีขนาดตำแหน่งตรงกับของแม่ และอีกแถบหนึ่ง (b) มีตำแหน่งตรงกับของพ่อทางสายเลือด แต่มีตำแหน่งแตกต่างจากแถบดีเอนเอ (c) ของพ่อไก่ตัวที่ 1 จากครอบครัวอื่น สอดคล้องกับลายพิมพ์ดีเอนเอจากคู่ไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0212 (Figure 2.2) และ LEI0258 (Figure 2.3) ที่แถบดีเอนเอแถบหนึ่ง (a) ของลูกไก่มีตำแหน่งตรงกับของแม่ และอีกแถบหนึ่ง (b) มีตำแหน่งตรงกับของพ่อทางสายเลือด แต่มีตำแหน่งแตกต่างจากแถบดีเอนเอของพ่อไก่จากครอบครัวอื่น ตัวที่ 1 (c) และตัวที่ 2 (d) เป็นต้น ดังนั้นการใช้ลายพิมพ์ดีเอนเอจากคู่ไพรเมอร์ทั้ง 3 ตำแหน่งมาวิเคราะห์ร่วมกันสามารถพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างลูกและพ่อทางสายเลือดของไก่ครอบครัวที่ 1 ได้ถูกต้องและตัดพ่อไก่ตัวที่ 1 และ 2 จากครอบครัวอื่นออกจากการวิเคราะห์ได้ อย่างไรก็ตาม เทคนิคอกาโรสเจล อิเล็กโทรฟอรีซิส ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการทำให้เกิดการแยกชัด (resolution) และสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เพื่อแยกความแตกต่างของตำแหน่งแถบดีเอนเอของลูกและพ่อไก่ทางสายเลือดออกจากแถบดีเอนเอของพ่อไก่ตัวที่ 3 (e) จากครอบครัวอื่นได้ กรณีเช่นนี้จำเป็นต้องเพิ่มวิธีสำหรับตรวจพิสูจน์เพิ่มเติม เช่น เพิ่มจำนวนคู่ไพรเมอร์ตำแหน่งอื่น เสมือนที่มีการตรวจพิสูจน์ความเป็นพ่อในคนใช้เครื่องหมายไมโครแซทเทิลไลท์จำนวน 16 ตำแหน่ง หรือ ใช้เทคนิคที่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดการแยกชัดได้ดีกว่าเทคนิคเดิม เช่น MetaPhor® agarose หรือ Polyacrylamide Gel Electrophoresis

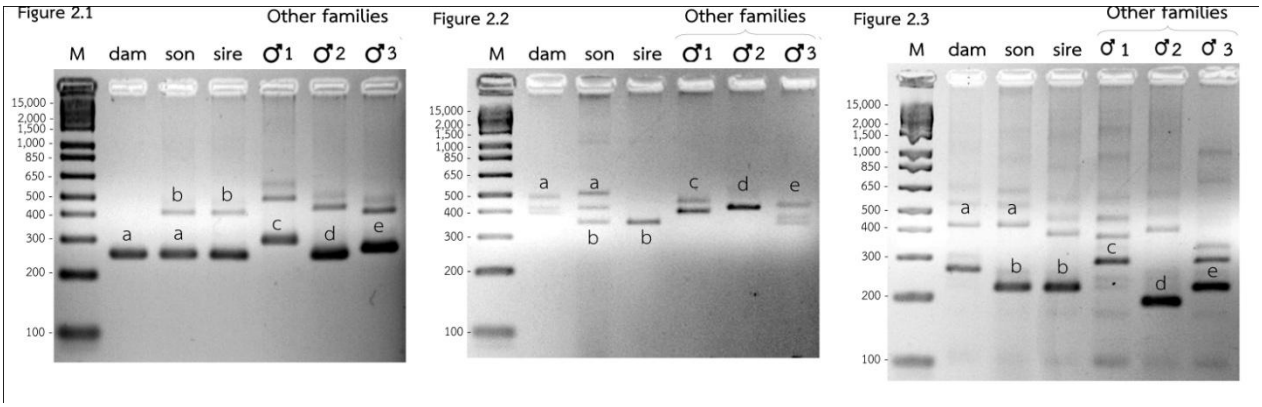


Figure 2 Agarose gel (4 %) electrophoresis of PCR products from microsatellite markers locus LEI0192 (Figure 2.1) LEI0212 (Figure 2.2) and LEI0258 (Figure 2.3). Similar letter indicates the band (DNA fragments) of the same size. The dam, son and sire are from the same family (Family 1). The cocks from three other families are in indicated as ♂1 ♂2 and ♂3. Lane M: 1 Kb Plus DNA Ladder

ตัวอย่างที่ 2 ลายพิมพ์ดีเอนเอของไก่ครอบครัวที่ 2 (แม่ไก่ ลูกไก่ พ่อไก่) และพ่อไก่จากครอบครัวอื่น จากไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0192 (Figure 3.1) พบ แถบดีเอนเอแถบหนึ่ง (a) ของลูกไก่มีขนาดตำแหน่งตรงกับของแม่ และอีกแถบหนึ่ง (b) มีตำแหน่งตรงกับของพ่อทางสายเลือด แต่มีตำแหน่งแตกต่างจากแถบดีเอนเอของพ่อไก่ตัวที่ 1 (c) ตัวที่ 2 (d) และตัวที่ 3 (e) จากครอบครัวอื่น สอดคล้องกับลายพิมพ์ดีเอนเอจากไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0212 (Figure 3.2) ที่แถบดีเอนเอแถบหนึ่ง (a) ของลูกมีตำแหน่งตรงกับของแม่ และพ่อ และอีกแถบหนึ่ง (b) มีตำแหน่งตรงกับของพ่อทางสายเลือด แต่มีตำแหน่งแตกต่างจากแถบดีเอนเอของพ่อไก่จากครอบครัวอื่น ตัวที่ 1 (c) ตัวที่ 2 (d) และตัวที่ 3 (e) ขณะที่ลายพิมพ์ดีเอนเอจากไพรเมอร์ตำแหน่ง LEI0258 (Figure 3.3) พบแถบดีเอนเอแถบหนึ่ง (a) ของลูกมีตำแหน่งตรงกับของแม่ และอีกแถบหนึ่ง (b) ของลูกมีตำแหน่งตรงกับของพ่อทางสายเลือด แต่แตกต่างจากแถบดีเอนเอของพ่อไก่จากครอบครัวอื่นตัวที่ 1 (c) ตัวที่ 2 (d) และตัวที่ 3 (e) ดังนั้น การใช้ลายพิมพ์ดีเอนเอจากคู่ไพรเมอร์ทั้ง 3 ตำแหน่งมาวิเคราะห์ร่วมกันสามารถตรวจพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างลูกและพ่อทางสายเลือดของไก่ครอบครัวที่ 2 ได้อย่างถูกต้อง และตัดไก่เพศผู้จากครอบครัวอื่นทั้ง 3 ตัวออกจากการวิเคราะห์ได้

สรุป

ตามข้อมูลปัจจุบันที่ผู้วิจัยทราบงานวิจัยนี้เป็นรายงานแรกที่แสดงให้เห็นว่าเทคนิคพีซีอาร์และคู่ไพรเมอร์ไมโครแซทเทิลไลท์ เมื่อใช้ร่วมกับเทคนิคอกาโรสเจล อิเลคโตรโฟรีซิส เพื่อสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เป็นเครื่องมือที่ง่าย รวดเร็ว และเชื่อถือ ได้สำหรับการตรวจพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ชน พร้อมรายงานสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยาพีซีอาร์ปริมาตร 10 µl สำหรับเพิ่มจำนวนชิ้นดีเอนเอบริเวณไมโครแซทเทิลไลท์ และตำแหน่งของเครื่องหมายไมโครแซตเทลไลต์ที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้เพื่อตรวจพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ชนของไทย อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนตัวอย่างและจำนวนตำแหน่ง เครื่องหมายไมโครแซตเทลไลต์เพื่อศึกษาความถูกต้องแม่นยำทางสถิติในการตรวจพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูกของไก่ ก่อนการนำไปใช้จริงในอนาคต

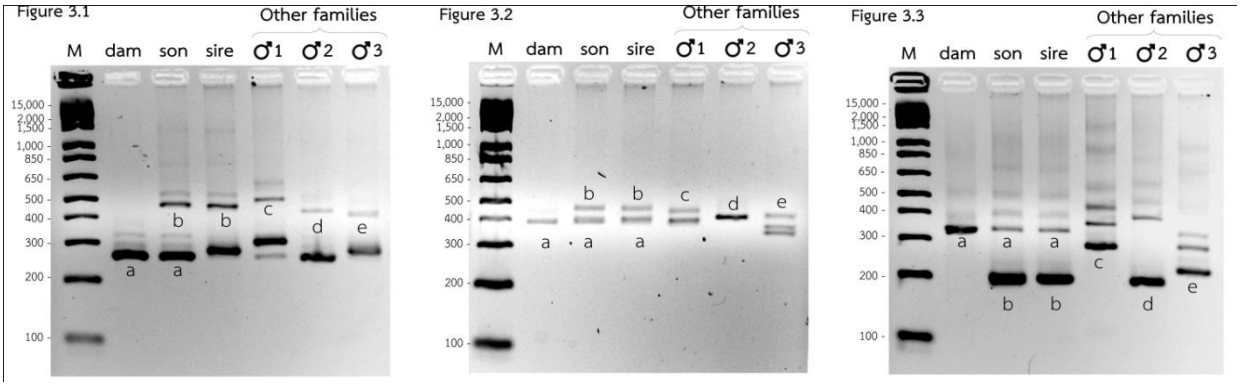


Figure 3 Agarose gel (4 %) electrophoresis of PCR products from microsatellite markers locus LEI0192 (Figure 3.1) LEI0212 (Figure 3.2) and LEI0258 (Figure 3.3). Similar letter indicates the band (DNA fragments) of the same size. The dam, son and sire are from the same family (Family 2). The cocks from three other families are in indicated as ♂1 ♂2 and ♂3. Lane M: 1 Kb Plus DNA Ladder

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับการสนับสนุนด้านอุปกรณ์และสถานที่จากคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สุดท้ายคณะผู้วิจัยขอขอบคุณนายสัตวแพทย์นิสิต ตั้งตระการพงษ์ ผู้จุดประกายความคิด และนายญาณพล อินชูรัญ ฟาร์มไก่ชนคมพยัคฆ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างเนื้อเยื่อของไก่ชนสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ณชัย ศราธพันธุ์, กัลยา เก่งวิกย์กรรม, สายใจ ชื่นสุขและ ณัฐนันท์ ศิริรัตนธัญญะกุล. 2555. การตรวจความเป็นพ่อ-แม่-ลูกในกระบือปลักไทยโดย microsatellite markers, น. 1358-1365. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน**.

Chethasing S, Suwattana D, Jirasupachok J, Koykul W. 2008. Paternity testing in dairy cattle based on microsatellite markers. pp. 435-442. *In* **Proceedings of 46th Kasetsart University Annual Conference: Animals and Veterinary Medicine**. Kasetsart University, Bangkok.

FAO, 2011. Molecular genetic characterization of animal genetic resources. **FAO Animal Production and Health Guidelines. No. 9.** Rome, Italy. Available from: http://www.fao.org/ docrep/ 014/i2413e/i2413e00.pdf

Fulton, JE, Juul-Madsen HR, Ashwell CM, McCarron AM, Arthur JA, O'Sullivan NP. Taylor Jr. RL. 2006. Molecular genotype identification of the Gallus gallus major histocompatibility complex. **Immunogenetics** 58: 407-421.

McConnell SKJ, Dawson DA, Wardle A, Burke T. 1999. The isolation and mapping of 19 tetranucleotide microsatellite markers in the chicken. **Animal Genetics** 30: 183-189.

Webster MS, Reichard L. 2005. Use of microsatellites for parentage and kinship analyses in animals. **Molecular Evolution: Biochemistry Data, Part B, Methods in Enzymology** 395: 222-238.

Phylogenetic characterization of *Escherichia coli* isolated from diseased swine in Ratchaburi province, Thailand

Panisa Noourai[1], Siriporn Kongsoi[2], Chalalai Rueanghiran[2], Chonchanok Muangnapoh[1*]

ABSTRACT

The present study aimed to characterize phylogenetic group of 63 *Escherichia coli* strains isolated from 21 intestinal samples of diseased swine from 8 farms in Ratchaburi province, Thailand, during June 2016 to June 2017 by using Multiplex Polymerase Chain Reaction (mPCR). Phylogenetic group typing was performed by detection of target genes *chuA, yjaA* and TspE4.C2 for each isolate. As a result, phylogenetic group B1 represented the highest proportion (46.0%; 29/63) followed by phylogenetic group A_1 (20.6%; 13/63), group A_0 (17.5%; 11/63), group D_1 (12.7%; 8/63) and group D_2 (3.2%; 2/63), respectively. Our findings indicated diversity of intestinal *E. coli* including group B1, which commonly present as gastrointestinal commensal flora, group D_1 and D_2, which mostly identified as pathogenic strains. Furthermore, phylogenetic group of these *E. coli* were unrelated to farm origin. In conclusion, phylogenetic group of intestinal *E. coli* from diseased swine in Ratchaburi province were not different from the strains that were previously reported in healthy swine.

Keywords: *Escherichia coli*, phylogenetic group classification, diseased swine, Thailand

*Corresponding author, E-mail: **chonchanok.the@mahidol.ac.th**

[1]Department of Microbiology, Faculty of Public Health, Mahidol University.

[2] Department of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary medicine, Kasetsart University

INTRODUCTION

Escherichia coli is a Gram-negative bacterium in Family *Enterobacteriaceae*. *E. coli* is rod shaped, non-spore forming and facultative anaerobe. In general, this bacterium is a normal flora in intestinal tract of humans and animals however, several strains are pathogenic which can contaminate food chain and environments including raw milk, raw meat, non-chlorinated water, fruits and vegetables (Welch, 2006). *E. coli* is one of the major pathogens causing diarrhea in post weaning swine which contributes to economic losses in affected young swine (Girardini *et al.,* 2012). Swine enteritis caused by pathogenic *E. coli* is characterized by diarrhea, morbidity, decreased growth rate, culling and sudden death (Barzan *et al*., 2016). Furthermore, pathogenic *E. coli* such as enteropathogenic *E. coli* (EPEC) has been recognized as a human zoonotic pathogen which was previously detected in swine (Afset *et al*., 2004).

E. coli was classified into four phylogenetic groups including A, B1, B2, and D based on the detection of genes *chuA* and *yjaA* and TspE4.C2 (Clermont *et al*., 2000, 2011). Commensal strains are usually in groups A and B1. In addition to groups A and B1, diarrhoeagenic strains are classified in group D (Barzan *et al*., 2016; Paula *et al*., 2016). Furthermore, extra-intestinal pathogenic *E. coli* strains are commonly in groups B2 and D (Carlos *et al*., 2010). Previous study by Clermont *et al.,* (2011) revealed that pathogenic *E. coli* strains isolated from animals and humans were genetically related. Barzan *et al*., (2016) examined phylogenetic group of *E. coli* isolated from calves in Iran and found that group A was the most prevalent in both healthy (37.5%) and diarrhoeic calves (55%). In southern Brazil, Girardini *et al.,* (2012) identified phylogenetic group B1 (42.8%), D (30.9%), A (13.8%) and B2 (12.5%) from *E. coli* isolated from intestinal and extraintestinal samples of swine.

The majority of swine farms in Thailand are locates in the central (54.12%), northeastern (18.22%), northern (17.87%) and southern regions (9.79%) (Thanapongtharm *et al*., 2016). Ratchaburi province has the highest number of swine farms followed by Nakhom Prathom and Lopburi provinces (Thanapongtharm *et al*., 2016). Previous study indicates that emergence of zoonotic diseases frequently occurred in the dense swine farming areas where zoonotic pathogens can be transmitted among animals (Pastore *et al*., 2016). Pathogenic *E. coli* are etiology of swine enteritis as well as a zoonotic disease of human (Osek, 2001). However, little is known about classification of *E. coli* isolated from diseased swine in Ratchaburi. This study aimed to determine phylogenetic group of isolated *E. coli* from intestinal samples of diseased swine in Ratchaburi province, Thailand, by multiplex polymerase chain reaction (mPCR).

MATERIALS AND METHODS

Bacterial culture

A total of 21 intestinal samples from diseased swine were obtained from 8 farms in Ratchaburi province. All intestinal samples were collected from diseased swine which were performed necropsy at Veterinary Diagnostic Center at Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus during June 2016 to June 2017. Total 63 isolates were collected from intestinal samples and kept in stock with Brain heart infusion broth with 20% glycerol at - 80 °C. The isolates were sub-cultured onto MacConkey agar (HiMedia®) and incubated at 37 °C for 20 - 24 hrs. for further on biochemical test.

Isolation and Identification of *Escherichia coli* by biochemical test

The presumptive *E. coli* isolates on MacConkey agar (HiMedia®) were confirmed by Triple Sugar Iron Agar (TSI), Indole test, Methyl red test (MR), Voges-Proskauer test (VP) and Citrate utilization test. The TSI results for *E. coli* included acid slant/acid butt (A/A) on TSI tube with gas production. The isolate with TSI positive reaction was further tested for Indole, MR, VP and Simmons' citrate reactions. The inoculated Indole, MR, VP and Simmons' citrate tubes were incubated at 37 °C for 20-24 hrs. *E. coli* isolates were identified as positive indole and MR test, and negative for VP and Simmons' citrate test.

Extraction of genomic DNA

E. coli isolates were sub-cultured from Brain heart infusion with 20% glycerol stock onto MacConkey agar (HiMedia®) and incubated at 37 °C for 24 hrs. Thereafter, preparation of genomic DNA by boiling method was performed (Barzan *et al*., 2016). Briefly, 500 µl of distilled sterile water were transferred to 1.5 ml eppendorf tube and 1-2 colonies were collected from MacConkey agar into a 1.8 milliliter (ml) eppendorf tube. The eppendorf tube containing DNA was vortexed for 5 second (sec). The mixture was boiled in a water bath at 100 °C for 10 minute (min). After boiling, the mixture was cooled down on ice for 5 min and centrifuged at 11,000 revolutions per minute (rpm) for 10 min. Finally, the 300 µl of 500 µl supernatant containing bacterial genomic DNA was transferred into an empty tube.

Phylogenetic group determination by Multiplex Polymerase chain reaction (mPCR)

Phylogenetic determination of *E. coli* was performed by mPCR using primers targeting genes *chuA, yjaA* and TspE4.C2 (Table 1). The mPCR reaction were performed in a 25 µl reaction mixture containing mastermix (Thermo Scientific™) including DreamTaq DNA Polymerase, 2X DreamTaq Green buffer, dNTPs, and 4 millimolar (mM) $MgCl_2$, 4 x 1.25 ml Nuclease-free water. Concentration of primers were 10 micromolar (µM) for *chuA*, 5 µM for *yjaA* and 20 µM for TspE4.C2. DNA template

2.5 µl were added into the mastermix (Barzan *et al*., 2016). PCR mastermix without DNA template was used for a negative control and *E.coli* strain ECL127-127/7-120717 was used for a positive control.

The 25 µl PCR mixtures was preheated at 94 °C for 5 min. Amplification was performed at 30 cycles of denaturation at 94 ºC for 30 sec, optimum annealing temperature for mPCR was at 55 °C for 30 sec and extension temperature was at 72 °C for 30 sec, followed by a final extension step at 72 °C for 7 min. Amplified PCR products were assessed by electrophoresis of 2% agarose gels with Red safe® and visualized under Ultra Violet (UV) exposure. Pattern of gene detection for each *E. coli* isolate were compared with the standard scheme to assign phylogenetic group (Table 2).

Table 1 Primers used for mPCR amplification for determination of *Escherichia coli* phylogenetic group

Target gene	Primer name	Nucleotide sequence (5'–3')	Product size (bp)
chuA	ChuA.1	GAC GAA CCA ACG GTC AGG AT	279 bp
	ChuA.2	TGC CGC CAG TAC CAA AGA CA	
yjaA	YjaA.1	TGA AGT GTC AGG AGA CGC TG	211 bp
	YjaA.2	ATG GAG AAT GCG TTC CTC AAC	
TspE4.C2	TspE4.C2.1	GAG TAA TGT CGG GGC ATT CA	152 bp
	TspE4.C2.2	CGC GCC AAC AAA GTA TTA CG	

Table modified from Barzan *et al.,* 2017

Table 2 Phylogenetic group assignment by application of Clermont method

Phylogroups assignment	Detection of genes		
	chuA	*yjaA*	TspE4.C2
A_0	-	-	-
A_1	-	+	-
B1	-	-	+
$B2_2$	+	+	-
$B2_3$	+	+	+
D_1	+	-	-
D_2	+	-	+

Table is adapted from Clermont *et al.,* 2000

RESULT

The 63 collected isolates from 21 intestinal samples in various farms at Ratchaburi province were confirmed for *E. coli* identification by TSI, Indole test, MR, VP and Simmons' citrate tests. Biochemical tests for all obtained isolates showed acid slant and acid butt (A/A) in TSI tube. The Indole and MR tests were positive whereas the VP and Simmons' citrate tests were negative. As a result, biochemical tests have confirmed that all 63 isolates were typical *E. coli*.

The optimized mPCR condition was applied to all 63 *E. coli* isolates. The amplified marker gene fragments of individual isolates were achieved, and the gene detection pattern for each isolate was observed (Figure 2). Phylogenetic characterization of each isolate was assigned by comparing gene detection pattern of examined isolates to the reference pattern in the phylogenetic group standard scheme (Table 2). The results showed that majority of isolates were group B1 (46.0%; 29/63), followed by group A_1 (20.6%; 13/63), group A_0 (17.5%; 11/63), group D_1 (12.7%; 8/63) and group D_2 (3.2%; 2/63), respectively (Table 3). However, phylogenetic group B2 was not detected in this study. The calculated prevalence indexes for each subgroup were: A_0=17.5%, A_1=20.6%, B1=46.0%, D_1=12.7% and D_2=3.2%. Noteworthy, *E. coli* isolates group A were detected in all farms. With the exception of Farm 1, which was obtained only 1 isolate, *E. coli* with various phylogenetic groups were observed within the same farm indicating diversity of intestinal *E. coli* recovered from the diseased swine.

Table 3 Distribution of phylogenetic groups of *Escherichia coli* isolated from intestinal samples

Farm No.	Number of intestinal samples	Number of isolates	Group A		Group B1	Group B2		Group D	
			A_0	A_1	B1	$B2_2$	$B2_3$	D_1	D_2
Farm 1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Farm 2	2	4	1	0	3	0	0	0	0
Farm 3	3	15	0	1	10	0	0	4	0
Farm 4	2	8	2	0	3	0	0	2	1
Farm 5	3	7	0	3	3	0	0	1	0
Farm 6	4	10	7	2	0	0	0	1	0
Farm 7	4	12	1	3	7	0	0	0	1
Farm 8	2	6	0	3	3	0	0	0	0
Total	21	63	11	13	29	0	0	8	2

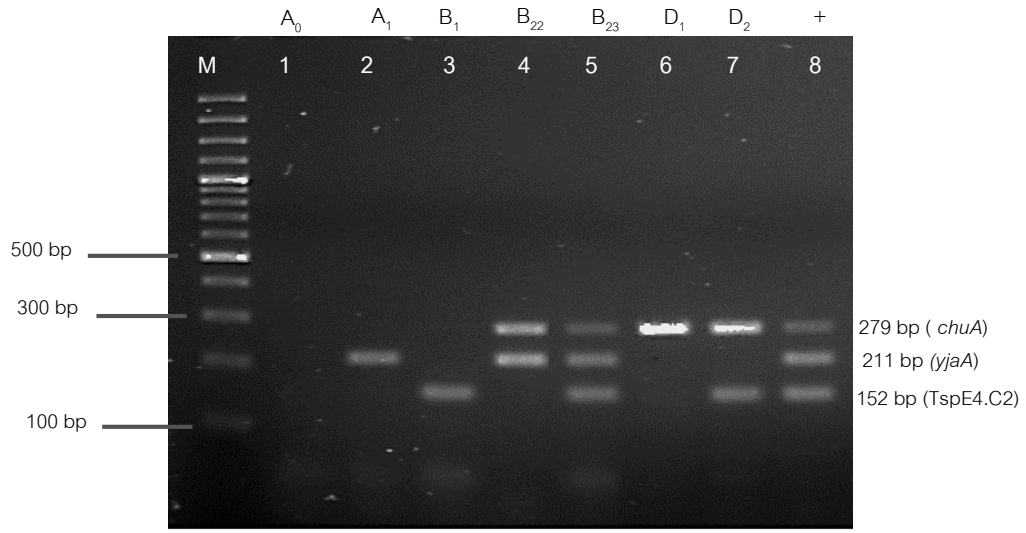


Figure 2 This figure shows the amplification of marker genes *chuA*, *yjaA* and TspE4.C2 by mPCR using 2% agarose gel with Red safe® staining. Lane M: 100-bp ladder (ThermoScientific, California, USA); Lane 1: isolate represents phylogenetic group A_0; Lane 2: isolate represented phylogenetic group A_1; Lane 3: isolate represents phylogenetic group B1; Lane 4: isolate represents phylogenetic group $B2_2$; Lane 5: isolate represents phylogenetic group $B2_3$; Lane 6: isolate represents phylogenetic group D_1; Lane 7: isolate represents phylogenetic group D_2 and Lane 8 isolate represents phylogenetic group $B2_3$ of positive control

DISCUSSION

The present study determined phylogenetic group of *E. coli* isolated from intestinal samples of diseased swine in Ratchaburi province, Thailand. Majority of isolates represented group B1 (46.0%; 29/63), followed by group A_1 (20.6%; 13/63), group A_0 (17.5%; 11/63), group D_1 (12.7%; 8/63) and group D_2 (3.2%; 2/63), respectively. In general, *E. coli* commensal strains were found within group A and group B1 whereas extra-intestinal pathogenic strains were mostly found within group B2 and group D (Barzan *et al*., 2016; Pastore *et al*., 2016). Carlos *et al*. (2010) studied phylogenetic group of *E. coli* from various animals and found that *E. coli* group A_1 was the majority among isolates from swine. However, isolates from previous study were collected from healthy swine whereas our study collected isolates from diseased swine. Swine samples in our study were not only diarrheal swine but also included swine with other clinical signs without diarrheal symptoms. The variation of *E. coli* phylogenetic group in swine probably depends on factors involving health condition, age, clinical sign and diet of animals (Gordon and Cowing, 2003). Previous study in Southern brazil reported that *E. coli* group B1 was the majority among other groups of 152 intestinal and extra-intestinal swine isolates (Girardini *et al.,* 2012). Furthermore, previous research reported that most *E. coli* isolates from clinical mastitis of

bovine belonged to phylogenetic groups A (52.0%) and B1 (38.0%) (Tomazi *et al*., 2018). Together with previous studies, our results supported that phylogenetic groups B1 and A were commonly present in healthy and diseased animals.

Regarding association of pathogenicity and phylogenetic group, previous study showed that prevalence of phylogenetic group B1 is the highest prevalence among Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) isolates from patients (50.0%), bovine samples (79.0%), healthy human carriers (16.0%) and swine (23.0%) (Afset *et al*., 2004). Virulence profile of isolates in the present study is yet to be further identified. Although majority of isolates in the present study belonged to phylogenetic group B1 and A, which were mostly represent commensal strains, presence of isolates with phylogenetic group D, which previously identified as potentially pathogenic *E. coli,* was reported.

CONCLUSION

Phylogenetic group of 63 *E. coli* isolates from intestinal samples of diseased swine in Ratchaburi province, Thailand, were determined. Majority of isolates represented group B1 (46%; 29/63), followed by group A_1 (20.6; 13/63), group A_0 (17.5%; 11/63), group D_1 (12.7%; 8/63) and group D_2 (3.2%; 2/63), respectively. Detected phylogenetic groups were relatively diverse and unrelated to farm origin. These findings indicated diversity of intestinal *E. coli* of diseased swine were not different than that in healthy swine.

ACKNOWLEDGEMENT

Financial support from HuvePharma (Thailand) Ltd. and technical support by Veterinary Diagnostic Center in Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus and Department of microbiology Faculty of Public health, Mahidol University

REFERENCES

Afset JE, Bevanger L, Romundstad P, Bergh K. Association of atypical enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) with prolonged diarrhoea. **J Med Microbiol**. 2004;53:1137–44.

Barzan M, Rad M, Tabar GRH, Azizzadeh M. Phylogenetic analysis of *Escherichia coli* isolates from healthy and diarrhoeic calves in Mashhad, Iran. **Bulg J Vet Med**. 2017;20:11–8.

Carlos C, Pires MM, Stoppe NC, Hachich EM, Sato MI, Gomes TA, Amaral LA, Ottoboni LM. *Escherichia*

coli phylogenetic group determination and its application in the identification of the major animal source of fecal contamination. **BMC Microbiology**. 2010;10:161

Clermont O, Bonacorsi S, Bingen E. Rapid and simple determination of the *Escherichia coli*. phylogenetic group. **Appl Environ Microbiol**. 2000;66:4555–8.

Clermont O, Olier M, Hoede C, Diancourt L, Brisse S, Keroudean M, *et al*. Animal and human pathogenic *Escherichia coli* strains share common genetic backgrounds. **Infect Genet Evol**. 2011;11:654–62.

Girardini LK, Siqueira FM, Krewer CC, Krewer CC, Costa MM, Vargas AC. Phylogenetic and pathotype analysis of *Escherichia coli* swine isolates from Southern Brazil. **Pesqui Vet Bras**. 2012;32:374–8.

Gordon DM, Cowling A. The distribution and genetic structure of *Escherichia coli* in Australian vertebrates: host and geographic effects. **Microbiology**.2003; 3575–3586

Osek J. Multiplex polymerase chain reaction assay for identification of enterotoxigenic *Escherichia coli* strains. **J Vet Diagn Invest**. 2001;13:308–11.

Pastore W, Canal N, Costa M, Corcao G. Phylogenetic grouping based on triplex PCR of multiresistant *Escherichia coli* of environmental human and animal origin. **R bras Bioci**. 2016;167–74.

Thanapongtharm W, Linard C, Chinson P, Kasemsuwan S, Visser M, Gaughan AE, *et al*. Spatial analysis and characteristics of pig farming in Thailand. **BMC Vet Res**. 2016;12:218.

Tomazi T, Coura FM, Gonçalves JL, Heinemann MB, Santos MV. Antimicrobial susceptibility patterns of *Escherichia coli* phylogenetic groups isolated from bovine clinical mastitis. **J Dairy Sci**. 2018

Welch RA. The Genus *Escherichia*. **The Prokaryotes**. 2006;60–71.

การพัฒนาระบบการให้คะแนนในม้าที่เกิดภาวะโคลิก

Development of a Composite Colic Scoring System in Horses

สโรชา ลิ่มรัชชพงศ์[1] อารีย์ ไหลกุล[2] ธวัลหทัย อภิชัยมงคลกุล[3] และ ขนิษฐา เพชรอุดมสินสุข[2*]

Sarocha Limratchapong[1], Aree Laikul[2] ,Tawanhathai Apichaimongkonkun[3] and Kanittha Phetudomsinsuk[2*]

บทคัดย่อ

ภาวะโคลิกในม้าเป็นภาวะฉุกเฉินที่พบได้บ่อยซึ่งเป็นสาเหตุให้ม้าเสียชีวิตหากไม่ได้รับการรักษาที่เหมาะสม การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการให้คะแนนในม้าที่เกิดภาวะโคลิก (Composite colic score, CCS) เพื่อใช้ช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการรักษา โดยนำข้อมูลการตรวจร่างกาย การตรวจวินิจฉัยทางคลินิก สาเหตุที่ทำให้เกิดโคลิก วิธีการรักษา และผลการรักษาของม้าจำนวน 40 ตัว แบ่งเป็นกลุ่มศัลยกรรม 20 ตัวและกลุ่มอายุรกรรม 20 ตัว มาแจกแจงและวิเคราะห์โดยใช้ระบบคะแนน CCS ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มอายุรกรรมมีคะแนน CCS เฉลี่ย 7.2 ± 2.24 คะแนน ต่ำกว่ากลุ่มศัลยกรรมที่มีคะแนน CCS เฉลี่ย 11.8 ± 2.21 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง ($p<0.01$) และจาก 13 พารามิเตอร์ของคะแนน CCS มี 9 พารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับการเลือกวิธีการรักษา จึงสรุปว่าระบบ CCS สามารถใช้ช่วยเลือกวิธีการรักษาม้าที่เกิดภาวะโคลิกได้

ABSTRACT

Colic is a frequent emergency condition, which is a cause of death without a proper treatment. This study aimed to develop a Composite colic scoring system for colic treatment selection. The records of physical examination, clinical examination, colic causation, and treatment outcome from 40 cases divided into surgical colic (n=20) and medical colic (n=20) were analyzed by using CCS. The results showed that the average CCS of the medical cases (7.2 ± 2.24) was significantly lower *($p<0.01$)* than CCS of the surgical cases (11.8 ± 2.21). From total 13 parameters contributing the CCS, 9 parameters were related to the treatment selection. In summary, CCS is a competent tool for choosing a suitable treatment plan for colic.

Key word: Horse, Colic, Composit colic score, Surgical treatment

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

[1]บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]The graduate School, Kasetsart University, 50 Pahol Yothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2]Department of Large Animal and Wildlife Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakhon Pathom, 73140

[3]คลินิกม้า โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[3]Equine Clinic, Kasetsart University Veterinary Teaching Hospital, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakhon Pathom, 73140

คำนำ

โคลิก หรืออาการปวดท้องในม้า ไม่ได้หมายถึงโรคที่เฉพาะเจาะจง เกิดได้จากหลายสาเหตุ ทั้งความผิดปกติที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหารในม้า ปัจจุบันโคลิกเป็นปัญหาที่พบได้บ่อย และเป็นสาเหตุที่ทำให้ม้าเสียชีวิตหากไม่ได้รับการรักษาที่เหมาะสม (Curtis *et al.*, 2015) สาเหตุการเสียชีวิตในม้าโคลิกส่วนใหญ่เกิดจากระบบไหลเวียนโลหิตล้มเหลวเฉียบพลันจากการขาดเลือดของลำไส้ (Latson *et al.*, 2005) การวินิจฉัยภาวะโคลิกควรทำอย่างรวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งต้องอาศัยวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์และประสบการณ์ของสัตวแพทย์ในการนำข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับอาการของม้ามาประกอบการวินิจฉัย เพื่อช่วยตัดสินใจในการรักษาและการพยากรณ์โรค

การประเมินเพื่อตัดสินใจในการรักษาภาวะโคลิก ต้องอาศัยทั้งข้อมูลพื้นฐานของม้า ประวัติ ผลจากการตรวจร่างกายเบื้องต้น (physical examination) ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกาย สีเยื่อเมือก การคืนกลับของเลือดในหลอดเลือดฝอย และเสียงการเคลื่อนที่ของลำไส้ ระดับความเจ็บปวด การล้วงตรวจทางทวารหนัก การสอดท่อจมูก (nasogastric intubation) การตอบสนองต่อการให้ยา ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และการอัลตราซาวด์ช่องท้อง เป็นตัวบ่งชี้ในการตัดสินใจเลือกรักษาระหว่างวิธีทางศัลยกรรมและอายุรกรรม (Franklin and Peloso, 2006; Cook and Hassel, 2014) ซึ่งความสำเร็จของการรักษาทางศัลยกรรมขึ้นอยู่กับช่วงเวลาการดำเนินไปของปัญหาและสาเหตุของปัญหา การตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาที่ถูกต้องและรวดเร็วจึงมีความสำคัญ (ธวัลหทัย และคณะ, 2559) อย่างไรก็ตามพบว่าหลายครั้ง การตรวจทางคลินิกที่ได้กล่าวมาข้างต้น ให้ผลการตรวจที่ไม่สามารถตัดสินใจในการรักษาวิธีใดวิธีหนึ่งได้ หรือที่เรียกว่าพื้นที่สีเทา (grey zone) ซึ่งทำให้มีโอกาสตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาที่ผิดพลาดได้ (Singer and Smith, 2002; Cook and Hassel, 2014)

ในปี 1995 ได้มีการพัฒนาระบบการให้คะแนนความรุนแรงของภาวะโคลิกในม้าขึ้นโดยเปลี่ยนข้อมูลอัตนัย (subjective data) ให้เป็นข้อมูลปรนัย (objective data) เพื่อให้การพยากรณ์โรคมีความแม่นยำ และง่ายต่อการใช้ในทางปฏิบัติ (Furr *et al.*, 1995) ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาพารามิเตอร์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาภาวะโคลิกที่แน่นอน การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่นำมาใช้ช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาโคลิกในม้าในประเทศไทย โดยนำพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญต่อการวินิจฉัยมาพัฒนาเป็นระบบคะแนนในม้าที่เกิดภาวะโคลิก (Composite colic score, CCS) เพื่อนำมาใช้ในทางปฏิบัติในการรักษาม้าได้จริงในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลองและการเก็บข้อมูล

ม้าที่เข้ารับการรักษาภาวะโคลิก ณ โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 ซึ่งมีทั้งม้าที่เจ้าของนำมารักษาโดยตรงและม้าที่ถูกส่งต่อจากสัตวแพทย์ที่ทำการรักษาเบื้องต้นแล้ว ทั้งหมด 40 ตัว แบ่งเป็นม้าที่ได้รับการรักษาภาวะโคลิกด้วยวิธีทางศัลยกรรม 20 ตัวและม้าที่ได้รับการรักษาภาวะโคลิกด้วยวิธีทางอายุรกรรม 20 ตัว โดยนำข้อมูลการตรวจร่างกาย

การตรวจวินิจฉัยทางคลินิก สาเหตุที่ทำให้เกิดโคลิก วิธีการรักษา และผลการรักษาจากใบบันทึกการรักษามาใช้ในการวิเคราะห์

การแจกแจงและทำการวิเคราะห์โดยใช้ระบบคะแนน CCS

ข้อมูลการตรวจร่างกายและการตรวจวินิจฉัยทางคลินิก ถูกนำมาแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 1 มีทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ ประกอบด้วย อัตราการเต้นของหัวใจ (0-2 คะแนน) อัตราการหายใจ (0-2 คะแนน) อุณหภูมิร่างกาย (0-2 คะแนน) การคืนกลับของเลือดในหลอดเลือดฝอย (0-2 คะแนน) สีเยื่อเมือก (0-2 คะแนน) เสียงการทำงานของลำไส้ (0-2 คะแนน) ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดซึ่งตรวจด้วยเครื่อง Roche Accutrend® (Roche Diagnostics Corporation, USA) (0-2 คะแนน) ปริมาณของเหลวไหลย้อนในกระเพาะอาหาร (0-1 คะแนน) การล้วงตรวจทางทวารหนัก (0-1 คะแนน) การอัลตร้าซาวด์ช่องท้อง (0-2 คะแนน) การขับอุจจาระ (0-1 คะแนน) การตอบสนองต่อยาแก้ปวด (0-1 คะแนน) และการขยายขนาดของช่องท้อง (0-1 คะแนน) โดยกำหนดให้คะแนน 0 หมายถึงอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือไม่พบความผิดปกติ คะแนน 1 หมายถึงพบความผิดปกติและคะแนน 2 หมายถึงพบความผิดปกติระดับรุนแรง มีคะแนนรวมต่ำสุด 0 คะแนนและคะแนนรวมสูงสุด 21 คะแนน

การให้คะแนนอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ อุณหภูมิร่างกายและเสียงการทำงานของลำไส้ดัดแปลงจาก Van Loon และ Van Dierendonck (2015) และกำหนดการให้คะแนนพารามิเตอร์อื่นๆขึ้นใหม่ดังตารางที่1

Table 1 Multifactorial numerical rating composite colic score (CCS)

Score	0	1	2
Heart rate	20-44 bpm	45-80 bpm	>80 bpm
Respiratory rate	8-20 bpm	21-40 bpm	>40 bpm
Rectal temperature	37.0°C-38.5°C	36.5°C-36.9°C, 38.6°C-39.0°C	35.5°C-36.4°C, 39.1°C-40.0°C
Capillary refilling time	≤ 2 sec	3 sec	4 sec
Mucous membrane color	Pale pink	Pink to red, pale	Salmon pink, cyanosis
Gut sound	Normal motility	Decrease motility	No motility
Blood lactate concentration	≤ 2 mmol/L	2.1-5 mmol/L	>5 mmol/L
Nasogastric intubation	No reflux	Reflux	-
Transrectal palpation	Non- remarkable	Remarkable	-
Ultrasonography	Non- remarkable	Remarkable, SI diameter < 5 cm.	SI diameter ≥ 5 cm.
Fecal output	found in 24 hr.	Not found in 24 hr.	-
Analgesic response	Yes	No (recurrent within 2 hr.)	-
Abdominal distension	No	Yes	-

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม NCSS 11 (NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA) เปรียบเทียบค่าสัญญาณชีพและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดด้วย unpaired t-test หรือ Mann-Whithney U test กำหนดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ *p*-value ≤ 0.05 วิเคราะห์ตัวแปรเชิงเดี่ยว (univariate analysis) ของ 13พารามิเตอร์ในระบบ CCS ด้วย Chi-squared test หรือ Fisher's exact test พารามิเตอร์ที่พบนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.2$) นำไปทดสอบด้วยสถิติ Stepwise regression เพื่อคัดเลือกตัวแปร โดยกำหนดให้ความน่าจะเป็นของการนำเข้าตัวแปรในโมเดลและความน่าจะเป็นของการนำออกตัวแปรในโมเดลเป็น 0.05 และ 0.15 ตามลำดับ พารามิเตอร์ที่ผ่านการคัดเลือกจาก Stepwise regression ถูกนำไปวิเคราะห์ตัวแปรเชิงพหุ (multivariate analysis) ด้วยสถิติการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกทวิ (binary logistic regression) เพื่ออธิบายเป็นโมเดลสุดท้าย (final model) ในการพิจารณาความสัมพันธ์ของวิธีการรักษากับพารามิเตอร์ทางคลินิก

ผลการทดลอง

ม้าที่ศึกษาทั้งหมด 40 ตัว แบ่งออกเป็นม้ากลุ่มที่ได้รับการรักษาภาวะโคลิกด้วยวิธีทางศัลยกรรม 20 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้ 9 ตัว (45%) และเพศเมีย 11 ตัว (55%) ประกอบด้วยม้ามิเนเจอร์โพนี่ 2 ตัว ม้าเชทแลนด์โพนี่ 3 ตัว ม้าลูกผสมพื้นเมืองไทย 7 ตัว ม้าควอเตอร์ 1 ตัว ม้าโทโรเบรต 4 ตัว ม้าวอร์มบลัด 2 ตัวและม้าอาร์เจนตินน่าโพนี่ 1 ตัว มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 5.1 ปี (2 เดือน – 17 ปี) และม้ากลุ่มที่ได้รับการรักษาภาวะโคลิกด้วยวิธีทางอายุรกรรม 20 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้ 10 ตัว (50%) และเพศเมีย 10 ตัว (50%) ประกอบด้วยม้าเชทแลนด์โพนี่ 3 ตัว ม้าลูกผสมพื้นเมืองไทย 9 ตัว ม้าควอเตอร์ 1 ตัว ม้าโทโรเบรต 3 ตัว ม้าวอร์มบลัด 3 ตัวและม้าอาราเบียน 1 ตัว มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ปี (1 - 8 ปี) ซึ่งอายุของทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.75$)

ค่าสัญญาณชีพเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดม้าแสดงในตารางที่ 2 พบว่าม้ากลุ่มศัลยกรรมมีอัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดสูงกว่าม้ากลุ่มอายุรกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าอัตราการหายใจและอุณหภูมิร่างกายระหว่างกลุ่มศัลยกรรมและอายุรกรรม

Table 2 Vital sign of medical colic and surgical colic horses, show in mean±SD and blood lactate concentration, show in median±IQR

Parameter	Medical colic (n=20)	Surgical colic (n=20)	*p*-value
Heart rate (bpm)	60.6±21.4[a]	81.8±21.7[b]	$p < 0.01$
Respiratory rate (bpm)	41.8±19	37.5±15.8	$p = 0.44$
Temperature (°C)	38.1±0.55	38.4±0.57	$p = 0.07$
Blood lactate concentration (mmol/L)	4.6±3[a]	6.75±6[b]	$p = 0.02$[#]

[a,b] showed significant between medical colic and surgical colic ($p \leq 0.05$)

[#] Mann Whithney U Test

จากการวิเคราะห์ 13 พารามิเตอร์ด้วยระบบ CCS พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง ($p<0.01$) ระหว่างกลุ่มอายุรกรรม (7.2 ± 2.24) และกลุ่มศัลยกรรม (11.8 ± 2.21) ยิ่งไปกว่านี้พบว่ามี

9 พารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับการเลือกวิธีการรักษา ($p \leq 0.2$) ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิร่างกาย เสียงการทำงานของลำไส้ ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ปริมาณของเหลวไหลย้อนในกระเพาะอาหาร การอัลตร้าซาวด์ช่องท้อง การขับอุจจาระ การตอบสนองต่อยาแก้ปวด และการขยายขนาดของช่องท้อง แสดงดังตารางที่ 3 โดยอ้างอิงค่าปกติตามตารางที่ 1

การตอบสนองต่อยาแก้ปวด และการขยายขนาดของช่องท้อง เป็นพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการนำมาวิเคราห์ด้วย binary logistic regression ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 4 พบว่าทั้ง 2 พารามิเตอร์มีความสัมพันธ์กับการเลือกวิธีการรักษาภาวะโคลิกด้วยวิธีการศัลยกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างยิ่ง ($p < 0.01$)

Table 3 Univariable analysis of clinical parameters from 40 colic horses.

Parameters	Medical colic(n)	Surgical colic(n)	Odds Ratio	*p*-value
Heart rate (bpm)				
Normal (≤44)	7	1	9.41	0.04*
Increased (>44)	13	19		
Respiratory rate (bpm)				
Normal (≤20)	4	2	2.19	0.66*
Increased (>20)	16	18		
Capillary refilling time (sec)				
Normal (≤2)	14	11	1.89	0.33
Abnormal (>2)	6	9		
Mucous membrane color				
Normal	15	13	1.6	0.49
Abnormal	5	7		
Temperature				
Normal (37.0°C-38.5°C)	15	10	2.96	0.10
Abnormal(<37.0°C/>38.5°C)	5	10		
Gut sound				
Normal-decreased motility	15	5	8.77	< 0.01
No motility	5	15		
Blood lactate concentration				
≤ 5 mmol/L	12	7	2.76	0.11
> 5 mmol/L	8	13		
Nasogastric intubation				
No reflux	18	11	5.51	0.06*
Reflux	2	7		

Transrectal palpation				
Non-remarkable	5	2	2.26	0.43*
Remarkable	14	13		
Ultrasonography				
Non-remarkable	10	0	141.0	< 0.01*
Remarkable	10	14		
Fecal output				
Yes	14	8	2.88	0.11
No	6	10		
Analgesic response				
Yes	20	1	3490.09	< 0.01*
No	0	19		
Abdominal distension				
No	20	5	595.12	< 0.01*
Yes	0	15		

zero count adjustment value (0.1) was applied to all counts.

*Fisher' Exact test.

Table 4 Binary logistic regression of clinical parameters associated with treatment of colic horses. Final log likelihood = -3.41; model R^2 = 0.94

Parameter	Coefficient	Standard Error	Odds Ratio	Wald Z-test	*p*-value
Intercept	-3.45	1.13	0.03	-3.06	< 0.01
Abdominal distension	3.96	0.51	52.71	7.78	< 0.01
Analgesic response	5.76	0.66	318.90	8.75	< 0.01

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบบันทึกการตรวจรักษาม้าที่เกิดภาวะโคลิก โดยทำการสุ่มเลือกข้อมูลที่มีการบันทึกการตรวจครบถ้วนมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งการวินิจฉัยทางคลินิกที่สำคัญในม้าที่เกิดภาวะโคลิกได้แก่ ระดับความเจ็บปวด การล้วงตรวจทางทวารหนัก การสอดท่อจมูกเพื่อวัดปริมาณของเหลวไหลย้อนในกระเพาะอาหาร การตรวจอัลตร้าซาวด์ช่องท้อง และการวัดความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (Cook and Hassel, 2014) นอกจากนี้การตอบสนองต่อยาแก้ปวดหรือการรักษาทางยาเบื้องต้นสามารถบ่งชี้ถึงภาวะโคลิกที่รุนแรงและต้องการการรักษาด้วยวิธีทางศัลยกรรมได้ (Franklin and Peloso, 2006) จากข้อมูลข้างต้นทางผู้วิจัยจึงได้นำผลการตรวจดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์กับการเลือกวิธีการรักษา และเนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งม้าที่ได้รับการรักษาทางอายุรกรรมหรือศัลยกรรมทันที และม้าที่ได้รับการรักษาทางอายุรกรรม

ก่อนแล้วจึงเปลี่ยนเป็นการรักษาทางศัลยกรรม ข้อมูลที่นำมาใช้จึงเป็นข้อมูลการตรวจครั้งล่าสุดที่สัตวแพทย์ผู้ทำการรักษาใช้ในการเลือกวิธีการรักษาระหว่างอายุรกรรมและศัลยกรรม เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้

จากการศึกษาของ Curtis และคณะในปี 2015 พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเจ็บปวด เสียงการทำงานของลำไส้และพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ภาวะของเหลวในร่างกายพร่อง (hypovolaemia) หรือภาวะช็อค ได้แก่ การคืนกลับของเลือดในหลอดเลือดฝอยและสีเยื่อเมือก มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะโคลิกแบบวิกฤติ ที่ควรได้รับการรักษาทางอายุรกรรมอย่างใกล้ชิดหรือจำเป็นต้องรักษาทางศัลยกรรม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าพารามิเตอร์ที่สัมพันธ์กับการเลือกวิธีการรักษาภาวะโคลิก ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิร่างกาย เสียงการทำงานของลำไส้ ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ปริมาณของเหลวไหลย้อนในกระเพาะอาหาร การอัลตร้าซาวด์ช่องท้อง การขับอุจจาระ การตอบสนองต่อยาแก้ปวด และการขยายขนาดของช่องท้อง ส่วนอัตราการหายใจ การคืนกลับของเลือดในหลอดเลือดฝอย สีเยื่อเมือกและการล้วงตรวจทางทวารหนัก ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเลือกวิธีการรักษา ทั้งนี้เนื่องจากม้าส่วนใหญ่ในการศึกษาครั้งนี้มีการคืนกลับของเลือดในหลอดเลือดฝอยและสีเยื่อเมือกเป็นปกติ จึงอาจส่งผลให้ไม่พบความสัมพันธ์กับการเลือกวิธีการรักษา ถึงแม้ในการศึกษาครั้งนี้จะไม่พบความแตกต่างของอัตราการหายใจระหว่างกลุ่มอายุรกรรมและกลุ่มศัลยกรรมและไม่มีความสัมพันธ์กับการเลือกวิธีการรักษา แต่ในการศึกษาของธวัลหทัย และคณะในปี 2559 พบว่าอัตราการหายใจระหว่างกลุ่มอายุรกรรมและกลุ่มศัลยกรรมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงอัตราการหายใจเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่แสดงถึงระดับความเจ็บปวดในม้าร่วมกับอัตราการเต้นของหัวใจและพฤติกรรมที่ม้าแสดงออก ส่วนการคืนกลับของเลือดในหลอดเลือดฝอยและสีเยื่อเมือกเป็นตัวที่บ่งชี้ภาวะขาดน้ำและบ่งบอกถึงความรุนแรงของภาวะโคลิกได้ (Furr *et al.,* 1995) จึงถือเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการประเมินภาวะโคลิก ส่วนการล้วงตรวจทางทวารหนักเป็นการวินิจฉัยทางคลินิกที่สำคัญที่สามารถบอกถึงความผิดปกติของระบบทางเดินอาหารที่ตรวจพบและในบางครั้งความผิดปกติที่ตรวจพบเป็นสิ่งที่บ่งชี้ถึงการรักษาทางศัลยกรรม เช่นการล้วงตรวจพบสิ่งแปลกปลอมอุดตัน การขยายขนาดของลำไส้เล็ก การขยายขนาดและย้ายตำแหน่งของลำไส้ใหญ่ เป็นต้น (Cook and Hassel, 2014) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างผลการล้วงตรวจเป็นปกติและผิดปกติโดยไม่ได้ระบุถึงลักษณะความผิดปกติที่พบ ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ไม่พบความสัมพันธ์กับการเลือกวิธีการรักษา หากมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตควรมีการแจกแจงความผิดปกติที่ตรวจพบเพิ่มเติมเพื่อให้ข้อมูลมีความจำเพาะมากขึ้น

การศึกษาครั้งนี้ กลุ่มอายุรกรรมมีคะแนน CCS เฉลี่ย 7.2 ± 2.24 คะแนน (ช่วงคะแนน 2-11 คะแนน) และกลุ่มศัลยกรรมมีคะแนน CCS เฉลี่ย 11.8 ± 2.21 คะแนน (ช่วงคะแนน 7-16 คะแนน) ซึ่งแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีอัตราการรอดชีวิต 90% (36/40) แบ่งเป็นอัตราการรอดชีวิตจากการรักษาทางอายุรกรรม 100% (20/20) อัตราการรอดชีวิตจากการรักษาทางศัลยกรรม 94% (16/17) และมีม้าที่ได้รับการเมตตาฆาตเมื่อพบว่าไม่สามารถทำการแก้ไขภาวะโคลิกได้ 7.5% (3/40) เนื่องจากปัญหากระเพาะอาหารแตก (gastric rupture) ลำไส้ใหญ่ย้ายตำแหน่ง (large intestinal displacement) และลำไส้เล็กบิดพัน (small intestinal torsion) แสดงให้เห็นว่าระบบคะแนน CCS นี้สามารถนำไปใช้ช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาโคลิกในม้า ช่วยสัตวแพทย์ประจำฟาร์มตัดสินใจส่งต่อม้าเพื่อเข้ารับการผ่าตัดได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ส่งผลเพิ่มโอกาสรอดชีวิตของม้ามากขึ้น

ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ เป็นครั้งแรกที่พัฒนาระบบคะแนนขึ้นเพื่อช่วยเลือกวิธีการรักษา ทางผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะให้ทำการทดสอบความแม่นยำของระบบการให้คะแนน CCS (validate CCS) ในอนาคตเพื่อให้ระบบคะแนนมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

สรุป

ระบบคะแนน CCS ที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ วิธีการประเมินไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถใช้อุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ที่มีอยู่เดิมในคลินิก และทำการประเมินได้ในท้องที่โดยสัตวแพทย์สามารถนำคะแนนที่ได้มาใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาเมื่อม้าเกิดภาวะโคลิกได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการสนับสนุนทุนวิจัยสำหรับการศึกษานี้ และขอขอบคุณ ผศ.น.สพ.ดร.ชัยเทพ พูลเขตต์ ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ธวัลหทัย อภิชัยมงคลกุล, อารีย์ ไหลกุล และ ขนิษฐา เพชรอุดมสินสุข. 2559. ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด สัญญาณชีพ คะแนนความเจ็บปวด และค่าโลหิตวิทยาในม้าลูกผสมพื้นเมืองไทยที่ได้รับการแก้ไขภาวะโคลิกทางอายุรกรรมและศัลยกรรม. **วารสารสัตวแพทย์**. 26 (1): 1-12.

Cook, V. L. and D. M. Hassel. 2014. Evaluation of the colic in horses: decision for referral. **The Veterinary clinics of North America. Equine practice**. 30(2): 383-98.

Curtis, L., J. H. Burford, J. S. M. Thomas, M. L. Curran, T. C. Bayes, G. C. W. England and S. L. Freeman. 2015. Prospective study of the primary evaluation of 1016 horses with clinical signs of abdominal pain by veterinary practitioners, and the differentiation of critical and non-critical cases. **Acta Veterinaria Scandinavica**. 57(1): 69.

Franklin, R. P. and J. G. Peloso. 2006. Review of the clinical use of lactate. *In* **Annual Convention of the American Association of Equine Practioners**. 52: 305-309.

Furr, M. O., P. Lessard and N. A. White. 1995. Development of a colic severity score for predicting the outcome of equine colic. **Veterinary Surgery**. 24(2): 97-101.

Latson K.M., J. E. Nieto, P. M. Beldomenico and J. R. Snyder. 2005. Evaluation of peritoneal fluid lactate as a marker of intestinal ischemia in equine colic. **Equine Veterinary Journal**. 37(4): 342-346

Singer, E. R. and M. A. Smith. 2002. Examination of the horse with colic: is it medical or surgical?. **Equine Veterinary Education**. 14(2): 87-96.

Van Loon, J. P. and M. C. Van Dierendonck. 2015. Monitoring acute equine visceral pain with the Equine Utrecht University Scale for Composite Pain Assessment (EQUUS-COMPASS) and the Equine Utrecht University Scale for Facial Assessment of Pain (EQUUS-FAP): A scale-construction study. **The Veterinary Journal**. 206(3): 356-364.

Humoral Antibody Responses of Dairy and Beef Cattle, and Buffaloes Vaccinated by Anti-tick Vaccine (KU-VAC)

Sathaporn Jittapalapong[1*], Sarawan Kaewmongkol[1], Wuttinun Raksajit[1], Suchanit Ngamkala[1], Eukote Suwan[1], Wanwisa Wachoom[2], Chutima Chuntarakot[2], Boonsong Boonmapaung[3], Kannika Wongpanit[4], Benjarat Yimming[1], Witchuta Junsiri[1], Suchada Choocherd[1], Piangjai Chalermwong[1], Nwai OO Khine[1] and Roger W. Stich[5]

ABSTRACT

Rhipicephalus (Boophilus) microplus is an important cause of economic losses in Thailand through direct effects of infestations on animals and pathogen transmission. Current tick control methods are relied on expensive chemical acaricides that result in environmental contamination, residues in food animal products and acaricide-resistant ticks. Anti-tick vaccines have shown promising results in the control of cattle tick. Thus, *Bm95* (KU-VAC1) and *Serpins* (KU-VAC2) of Thai *R. microplus* were cloned and expressed for recombinant protein antigens to use as the anti-tick vaccine in Thailand. The objective of this study was to compare antibody responses of field trial cattle induced by KU-VAC1and KU-VAC2. A total of 1,996 animals including beef and dairy cattle, and buffaloes were immunized by KU-VAC1and KU-VAC2. Indirect ELISA was used to measure the humoral antibody responses specific to rBm95 and rSerpin. In overall titer, KU-VAC1 (Bm95) has significantly induced antibody responses higher than KU-VAC2 (Serpins) with the ratio of 2:1 (473:218)(p=0.00). However, KU-VAC2 has drawn more response in beef cattle more than KU-VAC1 (p=0.04). When compared among dairy cows, beef, and buffaloes, KU-VAC1 demonstrated the highest titer in dairy cows and the lowest in buffaloes (p=0.00). However, KU-VAC2 had the higher responses in beef cattle than buffaloes. In buffaloes, KU-VAC1 had shown the antibody titer higher than KU-VAC2(p=0.02). This information will help to decide to choose only one protein vaccine or multiple protein vaccine that have the best antibody performance correlated with their efficacy.

Key Words: KU-VAC1, Bm95, KU-VAC2, Serpin, anti-tick vaccine, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

*Corresponding author; email address: **fvetspj@ku.ac.th**

[1] Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok

[2] Office of Regional Livestock 4, Sakon Nakhon Provincial Office, Department of Livestock Development, Sakol Nakhon

[3] Waritchaphum Dairy Cows Co-operation, Waritchaphum, Sakol Nakhon

[4] Faculty of Natural Resource and Agricultural Industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus

[5] College of Veterinary Medicine, University of Missouri, Columbia, MO, USA

INTRODUCTION

The tropical cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, is a one-host tick, almost monospecific for cattle, and is an important arthropod vector in tropical and subtropical countries. This tick causes severe economic losses in livestock industry due to infest blood and to transmit the pathogens. *R. microplus* is widely distributed in dairy cows, beef cattle, and buffaloes throughout the country. Resistance to this tick is likely low among European breed cattle, even after exposure to the tick for months or even years. Crossbred Holstein-Friesian dairy cows are abundant in Thailand, which is a concern due to the high vulnerability of this breed to indigenous ticks and tick-borne diseases. Therefore, there are substantial losses in milk production associated with tick infestations of dairy cattle in Thailand (Jittapalapong et al., 2004).

Acaricides are the primary tools for control for ticks on livestock. However, these chemicals have limited efficacy in reducing tick infestations and are often accompanied by serious drawbacks, including the selection for acaricide-resistant ticks, environmental contamination and contamination of milk and meat products with chemical residues. Alternative biological control methods include pasture spelling, artificial selection for tick-resistant cattle and anti-tick vaccines have been investigated (Sonenshine et al., 2006). Enhancement of host resistance through immunization would constitute a major advance in control. Vaccines against *R. microplus* were registered in Australia (TickGARD, Hoechst Animal Health, Australia) and Cuba (Gavac, Heber Biotech S. A., Havana, Cuba) in the early 1990's (de la Fuente et al., 2007). The major effect of these vaccines is a successive reduction in tick numbers due to reduction of adult female tick fertility (Rodriguez *et al*., 1995). Bm86 and Bm95 isoforms are orthologs of a tick midgut protein that is the component of these commercial vaccines against *R. microplus*. These vaccine were designed based on the concept that "novel" or "concealed" midgut antigens (Willadsen *et al*., 1989), which are not presented to the host immune system during natural tick feeding, can invoke an immune response that will damage ticks after uptake of host blood containing midgut-specific antibodies along with other humoral effectors such as compliment (Garcia-Garcia *et al*., 1998; de la Fuente et al.,1998).

Host immunoglobulins are implicated as important effectors for acquired resistance to tick infestations (Jittapalapong *et al*., 2000), and there is an evidence that resistance to infestations with *R. microplus* was passively transferred to naïve cattle by bovine immune serum (Roberts & Kerr, 1976). Similar work demonstrated that the degree of resistance to *Ixodes ricinus* in rabbits, and resistance to *Amblyomma americanum, R. sanguineus* and *R. appendiculatus* in guinea pigs, was correlated with IgG titer (Brown & Askenase, 1985).

In Thailand, there were a few trial of anti-tick vaccine to tested for their efficacy (Jittapalapong et al., 2004a&b, 2008 a&b, 2009, 2010a&b; Kaewhom et al., 2008, 2009; Wiriya et al., 2015). Serpins

was used as the anti-tick vaccine (KU-VAC2) and its trial on guinea pigs and cattle was successful to control cattle ticks (Kaewhom *et al*., 2008). Bm95 was used as KU-VAC1 and induces the high response in cattle trials (Jittapalapong *et al.,* 2008 and 2009).

Given the benefits of a recombinant protein vaccine over traditional chemical control, it is important to explore the potential of KU-VAC1 (rBm95) and KU-VAC2 (rSerpins) vaccination to control *R. microplus*, one of the most important arthropods impairing livestock production in Thailand. In the present study, the humoral immune response invoked by KU-VAC1 (rBm95) and KU-VAC2 (rSerpins) derived from a Thai strain of *R. microplus* was analyzed in this field trial.

MATERIAL AND METHOD

1. Animal samples

A total of 1,996 animals including 439 dairy, 1,101 beef, and 456 buffaloes was shown in Table 1.

All animal blood samples were collected for health examination, recorded for name, breed, age, sex, and address of animal owners. Blood samples were submitted to the laboratory for hemogram examination and sera were separated for antibody detection assay.

Table 1 Study district and type of animals

District	Beef	Dairy	Buffaloes
Muang	401	83	104
Akatumnuay	-	-	77
Phanna nikhom	-	-	150
Kusumal	200	-	125
Sawang dandin	100	-	-
Koke srisuphan	200	-	-
Wanorn nivas	200	-	-
Waritchaphum	-	356	-
total	1,101	439	456
A total of 1,996 samples			

2. **Assigned district area**

Eight districts of Sakol Nakhon were sampling for animals used in this study; Muang, Akatumnuay, Phanna nikhom, Kusumal, Sawang dandin, Koke srisuphan, Wanorn nivas, and Waritchaphum were investigated (as shown in table1).

3. **Vaccine preparation**

Antigen preparation

- Recombinant Bm95 (KU-VAC1) and Serpin (KU-VAC2) antigens were prepared by mixing the emulsified antigens with an equal volume of 10% Montanide adjuvant (ISA61VG; Seppic, Paris, France) in mineral oil using an ultra-homogenizer in sterile condition.

- Each 2 ml of vaccine consisted of 100 µg of soluble antigen (in 1 ml of PBS) combined with 1 ml of adjuvant.

4. **Antibody titer assay**

Indirect ELISA protocol was performed and protocol was briefly as.

Coating: 100µl/well at a Bm95 and Serpins protein concentration of 5µg/ml in coating buffer for 2 hours at 37 °C. **Blocking**: Blocking buffer (7g skimmed milk powder in 100 ml of PBS)l. Blocking overnight at 4 °C. **Pre-dilution of sera** 1: 50 in BB (3 µl/147 µ of BB) (U plate). **Transfer and dilution of sera**: Place 50µl of BB in each well and add 50µl of serum for a final dilution of 1:100. **Incubation**: 30 min at 37 °C with permanent shaking (300rpm). **Washing** x 7 with WB (1 liter of PBS 7.4 + 1 ml Tween 20). **Conjugate diluted 1**: 15,000 in BB add 100µl per well. **Incubation** 30 min at 37 °C, permanent shaking. **Substrate**: 100µl/well of TMB. **Incubation** for 30mins. **Reading** the plates at 655nm wavelength.

Table 2 ELISA results analyzed by using Chi-square test

Compare	Vaccine	Number	Sum ELISA titer	P-value	Chi-square
Sakol Nakhon	**KU-VAC1**	697	**472.73**	**0.00***	94.1
	KU-VAC2	570	217.81		
Beef cattle	KU-VAC1	278	158.03	**0.04***	4.31
	KU-VAC2	399	197.14		
Buffaloes	**KU-VAC1**	116	38.87	**0.02***	5.56
	KU-VAC2	171	20.68		
Dairy cows	**KU-VAC1**	234	**144.49**	**0.00***	31.28

Compare	Vaccine	Number	Sum ELISA titer	P-value	Chi-square
	KU-VAC2	170	63.77		
KU-VAC1	Dairy	303	186.37	0.00*	128.75
	Beef	278	**240.76**		
	Buffaloes	116	45.6		
KU-VAC2	**Beef**	403	**198.91**	0.00*	148.74
	Buffaloes	167	18.909		

*Statistical significance

In overall titer, KU-VAC1 (Bm95) has significantly induced antibody responses higher than KU-VAC2 (Serpins) with the ratio of 2:1 (473:218) (p=0.00). However, KU-VAC2 has drawn more response in beef cattle more than KU-VAC1 (p=0.04). When compared among dairy cows, beef, and buffaloes, KU-VAC1 demonstrated the highest titer in dairy cows and the lowest in buffaloes (p=0.00). However, KU-VAC2 had the higher responses in beef cattle than buffaloes. In buffaloes, KU-VAC1 had shown the antibody titer higher than KU-VAC2 (p=0.02).

Specific antibody levels in sera from KU-VAC1 cattle demonstrated the highest level of antibodies to Thai rBm95 as same as the previous study (Wiriya et al., 2015). The animals vaccinated with KU-VAC1 exhibited a specific humoral immune response to Thai rBm95. Specific antibodies against the rBm95 immunogen were not detected in pre-immunization sera, and the anti-Bm95 antibody levels in cattle immunized with Bm95 were significantly higher compared to KU-VAC2 (Serpins) cattle. These results indicated that rBm95 was highly antigenic led to the high production of antibodies. Thus, these antibody responses in vaccinated animals indicated that this phase of the study was successful, and that Thai rBm95 (KU-VAC1) is capable of invoking high antibody titers in cattle. As same as KU-VAC1, KU-VAC2 have the same profiles as previously reported by Kaewhom et al. (2008) and Jittapalapong et al. (2010).

Currently, the only commercially available vaccines against ticks are based on the homologous *R. microplus* glycoproteins Bm86 and Bm95 (de la Fuente et al., 2007), which are located on the apical membrane of the tick midgut epithelium (Willadsen & Kemp, 1989). Results of this study showed that both KU-VAC1 and KU-VAC2 invoked high rBm95-specific and rSerpins-specific antibody titers, respectively. However, differences in the levels of these antibodies were observed, suggesting that the antibodies invoked by KU-VAC2 are not entirely cross-reactive to Thai rSerpins and that the effects of these different vaccines on Thai *R. microplus* should be determined.

This information will help to decide to choose only one protein vaccine or multiple protein vaccine that have the best antibody performance correlated with their efficacy.

ACKNOWLEDGMENTS

We acknowledge Thailand 4.0 project for financial support of this study. We also appreciate the volunteer owners of all animals at Sakol nakhon province in this study, assistance of staff, students of Faculty of Natural Resource and Agricultural Industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, caretakers, and DLD provincial veterinarians in this study.

REFERENCES

Brown, S. J. & P. W. Askenase, 1985. *Amblyomma americanum*: requirement for host Fc receptors in antibody- mediated acquired immune resistance to ticks. **Exp Parasitol** 59: 248-256.

de La Fuente, J., C. Almazan, M. Canales, J. M. Perez de la Lastra, K. M. Kocan & P. Willadsen, 2007. A ten-year review of commercial vaccine performance for control of tick infestations on cattle. **Animal Health Research Review** 8: 23-28.

Jittapalapong, S., R. W. Stich, J. C. Gordon, C. A. Bremer & O. O. Barriga, 2000: Humoral immune response of dogs immunized with salivary gland, midgut, or repeated infestations with *Rhipicephalus sanguineus*. **Ann N Y Acad Sci** 916: 283-288.

Jittapalapong, S., Kengradomkij, C., Pinyopanuwat, N., Chimnoi, W., Kaewhom, P., Saengow,S., Simking,P.,Thamlangka,A. and Sarataphan,N. 2009. Humoral Immune Response of Dairy Cows Immunized by Anti-tick Vaccine against *Rhipicephalus microplus* (KU-VAC1). **The 47th Kasetsart University Annual Conference (**March 17-20, 2009**)***.

Jittapalapong, S., S. Thanasilp, C. Kengradomkit, T. Sirinarukmit, G. Kaewmongkol & R. W. Stich, 2008: Molecular cloning, sequence analysis, and immune recognition of Bm95 from Thai strains of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Ann N Y Acad Sci** 1149: 45-48.

Jittapalapong, S., Jansawan, W., Gingkaew, A., Barriga, O.O. and Stich, R. W. 2004a. Protection of dairy cows immunized with tick tissues against natural Boophilus microplus infestations in Thailand. Ann. N.Y. Acad. Sci.1026, 289-297.

Jittapalapong, S., Jansawan, W., Barriga, O.O. and Stich, R. W. 2004b. Reduced incidence of tick-borne disease among cattle immunized against Boophilus microplus. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1026, 312-318.

Jittapalapong, S., Thanasilp, S., Sirinarukmitr, T., Kaewmongkol, K., Kengradomkit, C.and Stich, R. W. 2008. Molecular cloning, sequence analysis and immune recognition of Bm95 from Thai strains of Boophilus microplus. Ann. N.Y. Acad. Sci.1149, 45-48.

Jittapalapong, S., Phichitrasilp, T., Chanphao, H., Rerkamnuychoke, W., and Stich, R. W. 2008. Immunization with tick salivary gland extracts: impact on salivary gland ultrastructure in Boophilus microplus collected from immunized, naturally infested cattle. Ann. N.Y. Acad. Sci.1149, 200-204.

Jittapalapong, S., Kaewhom, P., Saratapan,N., Canales, M., de la Fuente, J, and Stich, R. W. 2010. Humoral Immune Response of Dairy Cows Immunized with rBm95 (KU-VAC1) derived from Thai Rhipicephalus microplus. Transboundary and Emerging Diseases, 57, 91-95.

Jittapalapong, S., Kaewhom, P., Pumhom,P., Canales, M., de la Fuente,J. and Stich, R. W. 2010. Immunization of Rabbits with Recombinant Serine protease inhibitor reduces the performance of adult female Rhipicephalus microplus. Transboundary and Emerging Diseases, 57,103-106.

Kaewhom, P., Stich, R. W., Needham, G. R. Jittapalapong, S. 2008. Molecular Analysis of Calreticulin in Salivary Glands of Rhipicephalus (Boophilus) microplus Indigenous to Thailand. Ann. N.Y. Acad. Sci.1149, 53-57

Kaewmongkol, S., Kaewmongkol, G., Inthong, N., Lakkitjaroen, N., Sirinarumitr, T., Stich, R. W. and Jittapalapong, S. 2015. Variation of Bm86 among Rhipicephalus (Boophilus) microplus indigenous to Thailand. Experimental and Applied Acarology, 66, 247-256.

Kaewhom, P., Sirinarumitr, T., Chantakru, S. And Jittapalapong, S. 2009. Humoral Antibody Responses of Rabbits Immunized with Anti-Tick Vaccine Using SERPIN Recombinant Protein. **The 47th Kasetsart University Annual Conference** (March 17-20, 2009)*.

Roberts, J. A. & J. D. Kerr, 1976: *Boophilus microplus*: passive transfer of resistance in cattle. **J Parasitol** 62: 485-488.

Rodriguez, M., M. L. Penichet, A. E. Mouris, V. Labarta, L. L. Luaces, R. Rubiera, C. Cordoves, P. A. Sanchez, E. Ramos, A. Soto & *et al.*, 1995: Control of *Boophilus microplus* populations in grazing cattle vaccinated with a recombinant Bm86 antigen preparation. **Vet Parasitol** 57: 339-349.

Sonenshine, D. E., K. M. Kocan, J. de la Fuente, 2006. Tick control: further thoughts on a research agenda. **Trends in Parasitology** 22: 550-551.

Willadsen, P., G. A. Riding, R. V. McKenna, D. H. Kemp, R. L. Tellam, J. N. Nielsen, J. Lahnstein, G. S. Cobon & J. M. Gough, 1989: Immunologic control of a parasitic arthropod. Identification of a protective antigen from *Boophilus microplus*. **J Immunol** 143: 1346-1351.

Wiriya, B., Chonlatarn, P., Sumniang, T., Saengow, S., Simking, P., Kengradomkij, C., Pinyopanuwat, N., Chimnoi, W. and Jittapalapong, S. 2015. Comparison of antibody titer immunized by KU-VAC1 (rBm95+rSerpin) between native and Western breed cattle. **The 53rd Kasetsart University Annual Conference** (Feb 3-6, 2015)*.

สาขาสัตวแพทยศาสตร์

Subject: Veterinary Medicine

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



KU
KASETSART
UNIVERSITY

The Anthelmintic Effects of *Rhinacanthus Nasutus* Extract Against Adult Rumen Flukes, *Gastrothylax Crumenifer*

Sutthida Minsakorn[1], Khwannapa Nuplod[2], Runglawan Chawengkirttikul[3], Panupong Puttarak[2], Samak Sutjarit[1], and Panat Anuracpreeda[4*]

ABSTRACT

Paramphistomosis is a disease that occur frequently in tropical countries including Thailand. Adult rumen flukes are an important cause of such disease, and can be found in both infected ruminants and humans. The outbreaks of this disease may have severe impact on the economy, as it can cause high mortality rates in livestock industry. Most farmers use anthelmintic as prolong treatment for this infection resulting in drug resistance. Therefore, the use of medicinal plant (*Rhinacanthus nasutus)* for effective elimination of parasite is an alternative approach for removing fluke infections.

In this study, we have evaluated the anthelmintic activities of *R. nasutus* crude extract (RnCE) and albendazole (ABZ) against adult *Gastrothylax crumenifer*, using relative motility (RM) assay and observed by scanning electron microscopy (SEM).The flukes were treated with RnCE at 1, 2 and 3 mg/ml, the motility and RM values decreased sharply through the experimental period at better rates than ABZ. By scanning electron microscopy observation, the tegument showed sequence of morphological changes after treatments with RnCE, including of swelling of ridges and folds, blebbing, rupturing of the blebs, erosion, lesion and disruption of the tegument. Hence, *in vitro* study, the RnCE are highly effective in the elimination of adult rumen flukes.

Keywords: Anthelmintic activity, *Gastrothylax crumenifer, Rhinacanthus nasutus*, motility, survival, tegument, scanning electron microscopy.

*Corresponding author; e-mail address: **panat.anu@mahidol.edu**

[1] Department of Animal Health Technology, Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Juttajak, Bangkok 73170, Thailand

[2] Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Prince of Songkla University, Hat-Yai, Songkhla 90112, Thailand

[3] Department of Microbiology, Faculty of Science, Mahidol University, Rama VI Road, Bangkok 10400, Thailand

[4] Institute of Molecular Biosciences, Mahidol University, Salaya, Nakhon Pathom 73170, Thailand

INTRODUCTION

Paramphistomosis is a disease caused by the rumen flukes *Gastrothylax* spp. (Platyhelminthes: Gastrothylacidae) that found in the rumen and reticulum of ruminants (Rolfe *et al*., 1991; Anuracpreeda *et al*., 2012). The infection with great number of parasite causes chronic ulcerative ruminitis, anaemia and accidental death of the ruminants which is serious and a major animal health problem (Hanna *et al.,* 1988). The prevalence of paramphistomosis is high and distributed in tropical and subtropical regions including Thailand (Anuracpreeda *et al.,* 2016). It causes substantial production and economic losses in cattle.

Up to now, the resistance of anthelmintic drug has emerged and may pose serious problem as no other effective drug is available (Prasitirat *et al*., 1997). Therefore, the use of phytochemical from medicinal plants extracts for effective elimination of parasite is an alternative approach for removing fluke infections. Although several plant extracts have been tested for their anthelmintic activities against nematode, cestode and trematode parasites (Athanasiadou *et al*., 2007; Hossain *et al*., 2012; Anuracpreeda *et al*., 2016, 2017), no similar studies have been performed on *Gastrothylax crumenifer*.

Rhinacanthus nasutus in Thai calls (Tongpanchang), the medicinal plant from Acanthaceae family, is widely distributed in South and Southeast Asia including Thailand. This plant contains many diverse constituents such as flavonoids, anthraquinones, triterpenes, sterols, and naphthoquinones. Various parts of *R. nasutus* have been used in traditional medicine for treatment in diseases: eczema, pulmonary tuberculosis, herpes, hepatitis, diabetes, hypertension and several skin diseases (Siripong *et al*., 2006). It has exhibited biological activities, viz antimicrobial (Puttarak *et al*., 2010), antifungal, antibacterial (Prabakaran and Pugalvendhan, 2009), as well as anthelmintic activity (Kamaraj *et al*., 2010). It has been reported that methanol extracts of *R. nasutus* leaves and flower showed larvicidal, nymphicidal and anthelmintic activities against *Hippobosca maculate*, *Damalinia caprae* and *Paramphistomum cervi,* respectively (Bagavan *et al*., 2009; Kamaraj *et al*., 2010). Therefore, this study aimed to investigate on the anthelmintic effects of ethanol extract of *R. nasutus* leaves on motility, survival index and tegumental surface against adult *G. crumenifer* and observation by scanning electron microscopy (SEM).

MATERIALS AND METHODS

1. Collection and selection of adult fluke

Collection and selection of adult flukes were done according to the method described by Anuracpreeda *et al*., (2015, 2017). Briefly, live adult *G. crumenifer* were collected from the rumens of infected cattle and buffaloes killed for consumption at local slaughter houses in Pathumthani province, Thailand. They were washed several times with 0.85% NaCl solution and immediately used for the experiments.

2. Plant material

The leaves of *R. nasutus* were collected in Demonstrated Botanical Garden, Songkhla Province, Thailand. The plant materials were identified by Dr Panupong Puttarak and the voucher specimens (Voucher No.0011814) were deposited at the Herbarium of the Southern Center of Traditional Medicine, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Prince of Songkla University, Thailand, for future reference.

3. Preparation of crude extracts

The crude extract was prepared by the method as per Anuracpreeda *et al.* (2016, 2017). Briefly, the dried plant powder of *R. nasutus* were macerated with ethanol at room temperature for 3 days and filtered through a filtering paper (Whatman® No. 1).The ethanol was removed under vacuum by rotary evaporator at 45°C and evaporated to dryness in a vacuum. The maceration processes were repeated three times. Finally, the crude *R. nasutus* extracts were stored at -20°C until used in later experiment.

4. *In vitro* incubation of *G. crumenifer*

The stock solutions were prepared by dissolving 1 g powder of extract in 2 ml of dimethyl sulphoxide (DMSO) (Sigma Co., St. Louis, MO). The RPMI-1640 culture medium (Gibco) [pH 7.4 with HEPES 20 mM, supplemented with penicillin (50 IU ml), streptomycin (50 µg/ml), gentamycin (50 µg/ml) and 20% fetal bovine serum (FBS)], was mixed with the RnCE stock solution to obtain the desired concentrations at 1 , 2, and 3mg/ml in medium. Culture medium containing antibiotics similar to those listed above and 0.1% (v/v) DMSO without crude extracts was used as the negative control. A commercial anthelmintic, albendazole (ABZ) (Sigma Co.) at 100 µg/ml was used as the positive control. The negative and positive control used in this experiment were based on the study of Anuracpreeda et al. (2016, 2017).

In vitro anthelmintic activity was proceeded by the method as previously described by Anuracpreeda *et al*. (2016, 2017) with some modification. Adult flukes were randomly divided into five groups (90 flukes per group). Group 1 was the negative control, group 2 was treated with 100 µg/ml of ABZ as the positive control, and group 3-6 were treated with RnCE at each concentration.

The parasites in culture medium incubated with 5% CO_2 at 37 °C for 24 h and observed under a stereomicroscope for motility at 1, 12 and 24 h of incubation times (30 flukes per incubation time). The motility of flukes at each incubation period was scored using the following criteria (Kiuchi *et al.* 1987): score 3 = moving the whole body, score 2 = moving only some parts of the body, score 1 = immobile but not dead, unstained with 1% vital dye, and score 0 = immobile and dead, stained with vital dye [the vital dye was composed of 1% methylene blue]. The RM value in experimental of flukes was corrected as follows:

$$\text{RM value} = \frac{\text{MI test}}{\text{MI control}} \times 100$$

$$\text{Motility index (MI)} = \frac{\sum nN}{\sum N}$$

n = score, N = number of flukes with the score of n

The survival index (SI) were evaluated by examining the parasites under a stereomicroscope, and denoted the percentages of live worms at a given time after treatment. The scoring system was as follows: score 3, 2, 1 = still alive and score 0 = dead (immobile and stained with 1% methylene blue).

5. Scanning electron microscopy (SEM)

Preparation of parasite specimens for SEM examination was performed according to the method described by Anuracpreeda *et al.* (2015). Briefly, Adult parasites were fixed in 2.5% (v/v) glutaraldehyde in 0.1 M sodium cacodylate buffer (Sigma-Aldrich, USA) containing calcium acetate, pH 7.2, at 4ºC for 2 h. The flukes were washed three times with the same buffer, and post-fixed in 1% osmium tetroxide (Sigma-Aldrich) in 0.1 M sodium cacodylate buffer, pH 7.2, at 4ºC for 1 hr. After washing in three changes of distilled water, they were dehydrated through increasing concentration of ethanol (from 50 to 100%), and dried in a HCP-2 critical point drying machine (Hitachi, Japan) using liquid carbon dioxide as a transitional medium for 15 min. Thereafter, the parasites were mounted on aluminum stubs and coated with gold in an ion-sputtering apparatus (SPI-Model sputter coater; Structure Probe, USA) for 4 min. Finally, the specimens were observed in a high-resolution scanning electron microscope (JEOL SEM) operating at 15kV.

RESULTS AND DISCUSSION

1. The effect of motility and survivor of *G. crumenifer*

As shown in Table 1 and Figure 1, the motility and survival scores of *G. crumenifer*. In the negative control group exhibited active movement the whole body throughout the finish time of the incubation (RM =100; SI= 100). Similarly, Saowakon *et al.* (2013) ; Anuracpreeda *et al.* (2016) also reported that the active movement of rumen flukes was observed after 1h to 24 h incubation with 0.1% DMSO in medium (RM=100). In the positive control group, flukes showed the moderate antiparasitic activities at 12 h incubation, (RM= 77; SI = 100). After 24 h incubation, the flukes treated with ABZ showed 33% reduction of RM values (RM= 67), and 10% of them were dead (SI = 90). The parasites were treated with group of RnCE at 1, 2 and 3 mg/ml, the motility and RM values decreased through the experimental period at better rates than a group of ABZ. The efficacy mortality of flukes was found in RnCE with 2 and 3 mg/ml (RM = 0, SI = 0) at 24 h and 12 h, respectively. Furthermore, these results are consistent with those from earlier studies. For example, Anuracpreeda *et al.* (2016) reported that a

completely immobile and killed of *Fischoederius cobboldi* was observed after 12 h incubation with 500 µg/ml of *Terminalia catappa* crude extract (RM = 0).

Table 1 Relative motility (RM) value and survival index (SI) for control and *G. crumenifer* treated with albendazole (ABZ) and *R. nasutus* crude extract (RnCE) at 1, 12 and 24 hours after incubation

	RM and SI values (%) of worms after *in vitro* incubation							
	0		1		12		24	
Group	RM	SI	RM	SI	RM	SI	RM	SI
Negative control 0.1% DMSO	100	100	100	100	100	100	100	100
Positive control 100 µg/ml of ABZ	100	100	100	100	77	100	67	90
RnCE								
1 mg/ml	100	100	23	30	17	30	10	20
2 mg/ml	100	100	10	20	7	20	0	0
3 mg/ml	100	100	3	10	0	0	0	0

2. Alterations of tegumental surface as examined by SEM

The control flukes which were incubated for 24 h in the RPMI-1640 medium containing 0.1% DMSO showed normal tegument with no damage of the surface architecture in all part of the parasite's body (Fig. 3A) our results are consistent with there of Anuracpreeda *et al.* (2015). In group of ABZ treated with flukes, the tegument surface showed similar to the control group within 24 h after incubation. However, the tegumental surface around the anterior sucker showed swollen ridges, wide and deep grooves on the ventral surface (Fig.3B) similar to Anuracpreeda *et al.* (2016, 2017).

The effect of RnCE on the *G. crumenifer*, when examined under SEM observed that the treated adult flukes showed the sequences of tegumental changes after treatment. One hour post incubation with 1 mg/ml of RnCE, The posterior part of the ventral surface exhibited swollen ridges and numerous blebs around the posterior sucker (Fig. 3C). Following 12 h incubation in RnCE at 3mg/ml, the treated flukes showed body deformity, vast erosion and large lesion throughout the ventral surface of anterior sucker (Fig. 3D). At 24 h incubation in 2 mg/ml of RnCE, the parts of the ventral surfaces of both posterior and anterior parts exhibited severe erosion, lesion and disruption of the basement membrane, and showed extreme deformity and total destruction of the tegument (Fig.3E and F). These results were presented that the tegument was an important part of the flukes because it was in direct contact with the RnCE. The alterations of parasites' tegument observed in this study were similar to those investigated in adult *Fasciola gigantica* and *F. cobboldi* incubated with crude extracts *T. catappa*

(Anuracpreeda *et al*., 2016 and 2017), and adult *P. cervi* treated with plumbagin (Saowakon *et al.,* 2013).

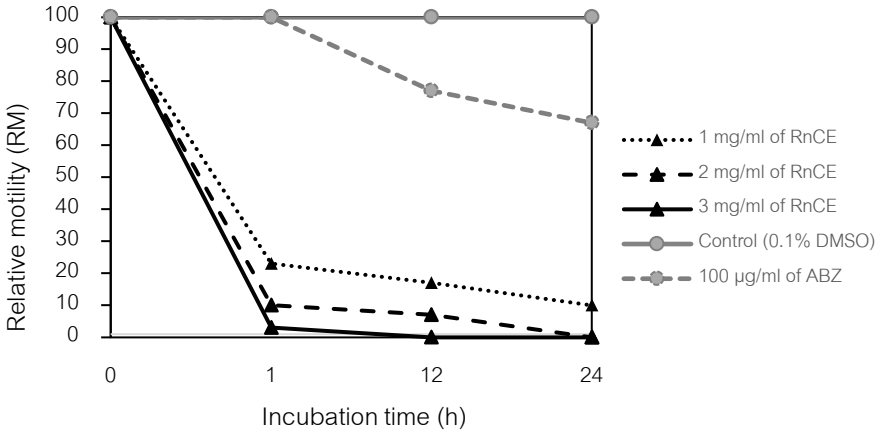


Figure 1 Relative motility (RM) values of adult *G. crumenifer* after *in vitro* incubations in albendazole (ABZ) and *R. nasutus* crude extract (RnCE) at various doses and times.

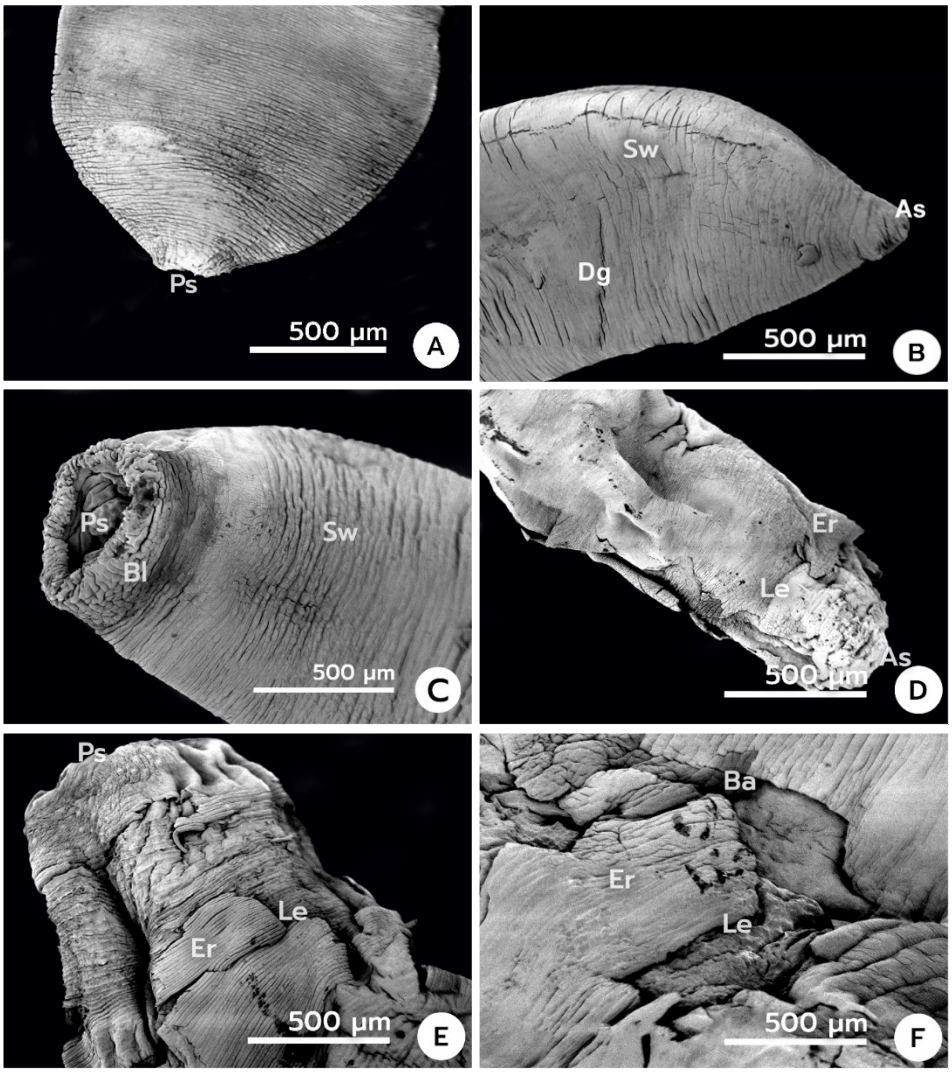


Figure 2 SEM micrographs of the adult *G. crumenifer* treated with 0.1% DMSO (A), albendazole (ABZ) for 24h (B), and *R. nasutus* crude extract (C-F). (A) The posterior part of the posterior sucker

(Ps) exhibits normal surface. (B) The anterior sucker (As) shows swollen surface (Sw) and deep grooves (Dg). (C) At 1 h incubation with 1 mg/ml of RnCE, the ventral surface of the posterior sucker (Ps) exhibits swollen surface (Sw) and numerous blebs (Bl). (D) Following 12 h incubation in RnCE at 3mg/ml, the ventral surface of anterior sucker shows deformed tegument with vast erosion (Er) and large lesion (Le). (E and F) The flukes treated with 2 mg/ml of RnCE, the posterior part shows severe damage, extreme deformity and loss of some areas of the tegument with vast erosion (Er), lesion (Le) and disruption of the basement membrane for 24h.

CONCLUSIONS

This study showed that the ethanol extract of *R. nasutus* leaves (RnCE) can kill *G. crumenifer*. Hence, the RnCE has a potential to be an efficacious natural anthelmintic agent for treatment of paramphistomosis.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was financially supported by Research Grants from Agricultural Research Development Agency (ARDA), National Research Council of Thailand (NRCT) and TRF Research Career Development Grant co-funded by The Thailand Research Fund and Mahidol University (RSA6080071) to Panat Anuracpreeda.

REFERENCES

Anuracpreeda, P., B. Panyarachun, A. Ngamniyom, Y. Tinikul, C. Chotwiwatthanakun, J. Poljaroen and P. Sobhon. 2012. *Fischoederius cobboldi*: a scanning electron microscopy investigation of surface morphology of adult rumen fluke. **Experimental Parasitology** 130(4): 400-407.

Anuracpreeda, P., S. Phutong, A. Ngamniyom, B. Panyarachun, and P. Sobhon. 2015. Surface topography and ultrastructural architecture of the tegument of adult *Carmyerius spatiosus* Brandes, 1898. **Acta Tropica** 143, 18-28.

Anuracpreeda, P., K. Chankaew, P. Puttarak, P. Koedrith, R. Chawengkirttikul, B. Panyarachun, A. Ngamniyom, S. Chanchai and P. Sobhon. 2016. The anthelmintic effects of the ethanol extract of *Terminalia catappa* L. leaves against the ruminant gut parasite, *Fischoederius cobboldi*. **Parasitology** 143(4): 421-433.

Anuracpreeda, P., R. Chawengkirtikul, A. Ngamniyom, B. Panyarachun, P. Puttarak, P. Koedrith and N. Intaratat. 2017. The *in vitro* anthelmintic activity of the ethanol leaf extracts of *Terminalia catappa* L. on *Fasciola gigantica*. **Parasitology** 144(14): 1931-1942.

Athanasiadou, S., J. Githiori and I. Kyriazakis. 2007. Medicinal plants for helminth parasite control: facts and fiction. **Animal** 1(9): 1392–1400.

Bagavan, A, C. Kamaraj, A.A. Rahuman, G. Elango, A.A. Zahir, G. Pandiyan. 2009. Evaluation of larvicidal and nymphicidal potential of plant extracts against *Anopheles subpictus* Grassi, *Culex tritaeniorhynchus* Giles and *Aphis gossypii* Glover. **Parasitology Research** 104(5): 1109-1117.

Hanna, R.E.B., D.S. Williamson, R.G. Mattison and W.A. Nizami. 1988. Seasonal reproduction in *Paramphistomum epiclitum* and *Gastrothylax crumenifer*, rumen paramphistomes of the indian water buffalo, and comparison with the biliary paramphistome *Gigantocotyle explanatum*. **International Journal for Parasitology** 18(4): 513-521.

Hossain, E., G. Chandra, A.P. Nandy, S.C. Mandal and J.K. Gupta. 2012. Anthelmintic effect of a methanol extract of *Bombax malabaricum* leaves on *Paramphistomum explanatum.* **Parasitology Research** 110(3): 1097-1102.

Kamaraj, C., A.A. Rahuman, A. Bagavan, G. Elango, G. Rajakumar, A.A. Zahir, S. Marimuthu, T. Santhoshkumar, C. Jayaseelan. 2010. Evaluation of medicinal plant extracts against blood-sucking parasites. **Parasitology Research** 106(6): 1403-1412.

Kiuchi, F., N. Miyashita, Y. Tsuda, K. Kondo and H. Yoshimura, 1987. Studies on crude drugs effective on visceral larva migrans. I. Identification of larvicidal principles in betel nuts. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin** 35(7): 2880-2886.

Prabakaran, G. and R. Pugalvendhan. 2009. Antibacterial Activity and Phytochemical Standardization of *Rhinacanthus nasutu*s (White Crane). **Recent Research in Science and Technology.** 1(5): 199-201.

Prasitirat, P., S. Nithiuthai, K. Ruengsuk, P. Kitwan, C. Bunmatid, S. Roopan and H. Itagaki. 1997. Efficacy of bithionol sulfoxide, niclosamide and fenbendazole against natural rumen fluke infection in cattle. **Helminthologia** 34(3): 155-157.

Puttarak, P., T. Charoonratana, and P. Panichayupakarananta. 2010. Antimicrobial activity and stability of rhinacanthins- rich *Rhinacanthus nasutus* extract. **Phytomedicine** 17(5): 323-327.

Rolfe, P.E., J.C. Boray, P. Nichols and G.H. Collins. 1991. Epidemiology of paramphistomosis in cattle. **Australian Veterinary Journal** 21(7): 813-819.

Saowakon, N., N. Lorsuwannarat, N. Changklungmoa, C. Wanichanon, and P. Sobhon. 2013. *Paramphistomum cervi:* the *in vitro* effect of plumbagin on motility, survival and tegument structure. **Experimental Parasitology** 133(2): 179-186.

Siripong, P., J. Yahuafai, K. Shimizu, K. Ichikawa, S. Yonezawa, T. Asai, K. Kanokmedakul, S. Ruchirawat and N. Oku. 2006. Antitumor activity of liposomal naphthoquinone esters isolated from Thai medicinal plant: *Rhinacanthus nasutus* Kurz. **Biological and Pharmaceutical Bulletin** 29(11): 2279-2283.

ประสิทธิภาพของแชมพูยาต่อเชื้อ *Staphylococcus pseudintermedius* ที่ดื้อต่อยา methicillin ที่แยกได้จากสุนัข

Efficacy of Medicated Shampoos Against Canine Methicillin-Resistant *Staphylococcus Pseudintermedius* Isolates

วณิชชา เยาวนิตย์[1] ณัชพล รุ่งโรจน์[1] ลาวัลย์ หล้าสุพรม[2] เฉลิมพล เล็กเจริญสุข[3] และ จันทิมา พฤกษากร[1*]

Wanitcha Yaowanit[1], Nutchaphon Rungroj[1], Lawan Larsuprom[2], Chalermpol Lekcharoensuk[3] and Chantima Pruksakorn[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในหลอดทดลองของแชมพูยา 3 ตัวอย่าง ต่อเชื้อ *Staphylococcus* spp. และ methicillin-resistant *S. pseudintermedius* (MRSP) ที่แยกได้จากสุนัขที่เป็นโรคผิวหนังติดเชื้อ จำนวน 10 ตัวอย่าง วิธี broth microdilution technique สำหรับหาค่า minimum inhibitory concentrations (MICs) ได้ถูกทำการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพของแชมพู จากการทดสอบพบค่า MIC สำหรับแชมพูที่มี chlorhexidine ร้อยละ 3 อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1:8,192 ถึง 1:65,536 แชมพูที่มี ethyl lactate ร้อยละ 10 และ benzoyl peroxide ร้อยละ 2.5 มีค่า MICs อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1:8 ถึง 1:2,048 และตั้งแต่ <1:4 ถึง 1:2,048 ตามลำดับ ผลการทดลองจึงพบว่า แชมพูที่มี chlorhexidine มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อเชื้อ *Staphylococcus* spp. และ MRSP เมื่อมีการเปรียบเทียบกับแชมพูที่มี ethyl lactate และ benzoyl peroxide

ABSTRACT

The purpose of this study was to test *in vitro* efficacy of 3 medicated shampoos against *Staphylococcus* spp. and 10 methicillin-resistant *S. pseudintermedius* (MRSP) isolates from canine pyoderma cases. Broth microdilution technique for minimal inhibitory concentrations (MICs) was performed to determine the antimicrobial efficacy. The MIC for 3% chlorhexidine shampoo ranged from 1:8,192 to 1:65,536. Shampoos with 10% ethyl lactate and 2.5% benzoyl peroxide exhibited MICs ranged from 1:8 to 1:2,048 and from <1:4 to 1:2,048, respectively. These results revealed that chlorhexidine shampoo has the most efficacies against *Staphylococcus* spp. and MRSP, when it was compared with ethyl lactate and benzoyl peroxide shampoos.

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

[1]ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Microbiology and Immunology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]สัตวแพทย์ประจำบ้านของ Asian College of Veterinary Dermatology

[2]Residency of Asian College of Veterinary Dermatology

[3]ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[3]Department of Companion Animal Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

โรคผิวหนังติดเชื้อจากแบคทีเรียในสุนัข (canine pyoderma) พบได้บ่อย และเป็นหนึ่งในปัญหาสุขภาพของสัตว์ที่สำคัญ โดยโรคผิวหนังในสุนัข พบได้ตั้งแต่ร้อยละ 12 ถึง 75 ของจำนวนสัตว์ป่วย และส่วนใหญ่มีการติดเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุหลักของโรค หรือเป็นการติดเชื้อแทรกซ้อน (Sindha *et al*., 2015) จากข้อมูลการศึกษาโดย Hill และคณะ (2006) พบการติดเชื้อจากแบคทีเรีย เป็นสาเหตุของโรคผิวหนังที่พบมากเป็นอันดับสอง รองมาจากการติดหมัด และสุนัขที่มีรอยโรคผิวหนังไม่ว่ามาจากสาเหตุใด มักมีการติดเชื้อจากแบคทีเรียร่วมด้วย (Muller *et al*., 2012) นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาในประเทศไทย จากการเก็บข้อมูลการส่งตรวจทางจุลชีววินิจฉัยจากระบบต่างๆ ของสุนัข ที่เข้ามารับการรักษาในโรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน พบสัดส่วนของตัวอย่างจากผิวหนังมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37 ของจำนวนตัวอย่างที่ส่งตรวจทั้งหมด (ณัชพล, 2561) โรคผิวหนังติดเชื้อจากแบคทีเรีย มีลักษณะวิการแบบ papules หรือ pustules ที่ผิวหนังมีการอักเสบ แดง นูน หรือมีหนองสีขาวที่รอยโรค สุนัขจะมีอาการคัน ขนร่วง และอาจมีลักษณะทางคลินิกที่แตกต่างกัน ซึ่งก่อให้เกิดความรำคาญแก่ตัวสุนัข การรักษายังมักใช้เวลานาน และพบกลับมาเป็นซ้ำได้ (ณรงค์, 2550)

เชื้อสาเหตุสำคัญในการก่อโรคผิวหนังติดเชื้อในสุนัข คือ แบคทีเรียในสกุล *Staphylococcus* (Scott *et al*., 2001) ซึ่งเป็น facultative-anaerobic bacteria ที่ติดสีแกรมบวก และมีรูปกลม สปีชีส์ของ *Staphylococcus* ที่พบก่อโรคได้บ่อย เป็นเชื้อกลุ่มที่มีเอนไซม์ coagulase ซึ่งเอนไซม์นี้ มีฤทธิ์ทำให้ plasma เกิดการจับตัวกันเป็นก้อน และเรียกเชื้อในกลุ่มนี้ว่า coagulase-positive staphylococci สปีชีส์ของเชื้อ coagulase-positive staphylococci ที่มักพบก่อโรคติดเชื้อของผิวหนังในสุนัข ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus scheleiferi* subsp. *coagulans* และ *Staphylococcus pseudintermedius* (Sasaki *et al*., 2010) โดยเฉพาะเชื้อ *S. pseudintermedius* พบเป็นเชื้อสาเหตุหลัก ซึ่งมีรายงานพบเชื้อ *S. pseudintermedius* ที่ก่อโรคผิวหนังติดเชื้อในสุนัขถึงร้อยละ 90 ในคลินิก รวมทั้งเชื้อมีโอกาสที่จะเกิดการดื้อยาขึ้นได้ (Scott *et al*., 2001) การก่อโรคมักเป็นแบบฉวยโอกาส และเชื้อตามปกติพบเป็น normal flora ของผิวหนังสุนัขที่มีสุขภาพดี (Bannoehr and Guardabassi, 2012)

การติดเชื้อของผิวหนังจากแบคทีเรีย อาศัยการรักษาด้วยยาต้านจุลชีพแบบให้กิน (oral) และแบบใช้เฉพาะที่ (topical) โดยการให้ยาต้านจุลชีพแบบกินจัดเป็นแนวทางหลักในการรักษา (Scott *et al*., 2001) อย่างไรก็ตาม นับตั้งแต่มีการใช้ยาต้านจุลชีพ เชื้อ *Staphylococcus* species ต่างๆ ได้มีการพัฒนาเป็นสายพันธุ์ดื้อยา และพบมีอุบัติการณ์ที่เพิ่มขึ้นของการติดเชื้อ *Staphylococcus* spp. ที่มีความสามารถในการดื้อยาต้านจุลชีพ โดยเฉพาะยากลุ่ม beta-lactams ทั้งกลุ่ม และเป็นสายพันธุ์ดื้อยาที่เรียกว่า methicillin-resistant staphylococci หรือ MRS (Kadlec *et al*., 2016) โดยมีรายงานพบความชุกของการติดเชื้อ MRS ในสุนัขที่สูงคิดเป็นร้อยละ 45.1 (Daniel *et al*., 2015) เชื้อสายพันธุ์ MRS ยังมักพบมีการดื้อต่อยาต้านจุลชีพกลุ่มอื่นด้วย (Loeffler *et al*., 2007) และจัดเป็น multidrug-resistant bacteria การดื้อยาต้านจุลชีพของ staphylococci จึงเป็นปัญหาที่สำคัญในการรักษาโรคผิวหนังติดเชื้อ ทำให้การติดเชื้อเป็นเรื้อรัง มีข้อจำกัดในการใช้ยา เพิ่มค่าใช้จ่าย และความเสี่ยงของการล้มเหลวในการรักษา จากปัญหาดังกล่าว ทำให้มีแนวปฏิบัติในการใช้สารต้านจุลชีพเฉพาะที่ เป็นการรักษาเสริมหรือตลอดจนใช้เป็นการรักษาหลัก (Loeffler *et al*., 2011) เพื่อให้การรักษามี

ประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลดผลข้างเคียงที่เกิดจากการใช้ยาปฏิชีวนะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการรักษาระยะยาว และช่วยลดปัญหาเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ

ในการรักษาโรคติดเชื้อของผิวหนังสุนัขจากแบคทีเรีย มีสารต้านจุลชีพที่ใช้เฉพาะที่หลายชนิด แต่ตัวยาที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีประสิทธิภาพยอมรับ ได้แก่ benzoyl peroxide, chlorhexidine และ ethyl lactate (Muller *et al*., 2012; Jeffer, 2013) ซึ่งมีในรูปของแชมพู ผ้าชุบเปียก และสเปรย์ โดยแชมพูเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้มากกว่าผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่น เนื่องจากสามารถใช้ได้ดีกับรอยโรคของผิวหนังแบบกระจาย (Jeffer, 2013) ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ต้านจุลชีพเฉพาะที่แต่ละยี่ห้อ มีสารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน และอาจให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus* spp. ในแต่ละภูมิภาคแตกต่างกันได้ ในการศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแชมพูยา 3 ตัวอย่าง ที่มีสารออกฤทธิ์เป็น chlorhexidine, ethyl lactate และ benzoyl peroxide ต่อเชื้อ *S. aureus*, *S. scheleiferi* subsp. *coagulans* และต่อตัวอย่างเชื้อ *S. pseudintermedius* ที่ดื้อต่อยา methicillin จากสุนัขที่เป็นโรคผิวหนังติดเชื้อ โดยวิธีการทดสอบหาค่า minimum inhibitory concentrations (MICs) ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญ สำหรับการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ต้านจุลชีพเฉพาะที่ ในการรักษาโรคติดเชื้อของผิวหนังสุนัขจากเชื้อ *Staphylococcus* spp.

อุปกรณ์และวิธีการ

เชื้อ *Staphylococcus* spp. สายพันธุ์มาตรฐาน และเชื้อตัวอย่างทางคลินิก

มีเชื้อที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ *S. aureus* ATCC 6538 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข) และ *S. pseudintermedius* Thai 36 (Kadlec *et al*., 2016) ซึ่งเป็นเชื้อสายพันธุ์ที่ดื้อต่อยา methicillin ที่แยกได้จากสุนัข สำหรับตัวอย่างเชื้อ *Staphylococcus* spp. ที่แยกมาจากสุนัขที่เป็นโรคติดเชื้อของผิวหนัง เป็นเชื้อที่มาจากงานวิจัยก่อนหน้า (ณัชพล, 2561) และมีดังนี้ เชื้อ methicillin-susceptible *S. schleiferi* subsp. *coagulans* (MSSS), เชื้อ methicillin-resistant *S. schleiferi* subsp. *coagulans* (MRSS), เชื้อ methicillin-susceptible *S. pseudintermedius* (MSSP) จำนวนสายพันธุ์ละ 1 ตัวอย่าง และเชื้อ methicillin-resistant *S. pseudintermedius* (MRSP) จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยใช้วิธี Polymerase Chain Reaction (PCR) ที่จำเพาะต่อยีน thermonuclease (*nuc*) (Sasaki *et al*., 2010) และยีน *mec*A (Kondo *et al*., 2008) ในการจำแนกสปีชี่ส์ของเชื้อ *Staphylococcus* และวินิจฉัยการดื้อยา methicillin ตามลำดับ เชื้อเหล่านี้ถูกเก็บใน Luria-Bertani broth ที่มี glycerol ร้อยละ 20 และรักษาอุณหภูมิที่ -80 องศาเซลเซียส การเพาะเลี้ยงเชื้อใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ blood agar (Difco™) ที่ผสมเลือดวัวร้อยละ 8 และนำไปบ่มเพาะที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 18-24 ชั่วโมง

การทดสอบหาค่า minimum inhibitory concentrations (MICs)

ทำการทดสอบหาค่า MICs ของแชมพูยาต้านจุลชีพเฉพาะที่ผิวหนัง 3 ยี่ห้อ ที่แต่ละตัวอย่างมีสารออกฤทธิ์สำคัญ คือ 1) chlorhexidine ร้อยละ 3, 2) ethyl lactate ร้อยละ 10 และ 3) benzoyl peroxide ร้อยละ 2.5 ต่อเชื้อ *Staphylococcus* spp. โดยวิธี broth microdilution technique ตามวิธีการของ CLSI (CLSI, 2013) ในแต่ละตัวอย่างเชื้อทำซ้ำ 2 ครั้ง และใช้ *S. pseudintermedius* สายพันธุ์ Thai 36 เป็นเชื้อควบคุมคุณภาพการทดสอบ โดยมีวิธีการดังนี้ การเตรียมเชื้อ *Staphylococcus* spp. ทำโดยนำเชื้อที่เจริญบน blood agar (Difco)

และบ่มเพาะที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ให้มีความขุ่นเท่ากับ McFarland No. 0.5 แล้วนำมาเจือจางอีกครั้ง ให้ได้ปริมาณเชื้อ 5 x 10^6 colony forming units (cfu)/ml การเตรียม stock ของแชมพูยา ทำโดยละลายแชมพูด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ และการเตรียมสารทดสอบ ทำโดยการเจือจาง stock ของแชมพูยา ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller-Hinton broth (MHB) ไปจำนวน 12 ความเข้มข้น แบบ two-fold dilution จากนั้นทำการปิเปตแชมพูแต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 100 µl ใส่ลงใน 96-well sterile cell culture plate และทดสอบกับเชื้อแต่ละตัวอย่าง โดยการปิเปตเชื้อที่ได้เตรียมไว้ ปริมาตร 10 µl ใส่ลงไปในแต่ละหลุม (เชื้อมีความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 5 x 10^5 cfu/ml) หลุมที่มีเฉพาะสารทดสอบกับอาหารเลี้ยงเชื้อ MHB เป็นหลุมควบคุมการไม่มีเชื้อเจริญ และหลุมที่ใส่เฉพาะเชื้อ *Staphylococcus* spp. กับ MHB เป็นหลุมควบคุมการมีเชื้อเจริญ แล้วบ่มเพาะเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การอ่านผลค่า MICs ทำตามวิธีของ Elshikh และคณะ (2016) ยกเว้นใช้สารละลาย resazurin ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.02 ดังนี้ หลังจากการบ่มเพาะเชื้อ จึงเติมสารละลาย resazurin ความเข้มข้นร้อยละ 0.02 ปริมาตร 30 µl ลงในแต่ละหลุม และอ่านค่า MIC จากการสังเกตหลุมสุดท้ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี resazurin โดยการอ่านค่า MICs ด้วยการเติมสี resazurin มีความสอดคล้องกับการอ่านค่าโดยการสังเกตความขุ่นของเชื้อด้วยตาเปล่า

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพในหลอดทดลองของแชมพูยา 3 ตัวอย่าง ที่มีสารออกฤทธิ์ ได้แก่ chlorhexidine ปริมาณร้อยละ 3, ethyl lactate ร้อยละ 10 และ benzoyl peroxide ร้อยละ 2.5 ต่อเชื้อ *Staphylococcus* spp. โดยวิธีหาค่า minimum inhibitory concentrations (MICs) ได้ผลการทดลองดังตาราง (Table) โดยแชมพูยาที่มี chlorhexidine พบค่า MIC อยู่ในช่วงค่าการเจือจางตั้งแต่ 1:8,192 ถึง 1:65,536 โดยมีค่า MIC ต่อเชื้อ *S. aureus* ATCC 6538 และ MRSS เท่ากับ 1:8,192 เชื้อ MSSP และ MSSS ถูกยับยั้งด้วยค่า MIC เท่ากับ 1:32,768 สำหรับเชื้อ MRSP ที่แยกได้จากสุนัขที่เป็นโรคผิวหนังติดเชื้อ จำนวนรวม 11 ตัวอย่าง ให้ผลค่า MIC อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1:16,348 ถึง 1:65,536 และเทียบเคียงเป็นความเข้มข้นของ chlorhexidine ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.8 µg/ml แชมพูยาที่มี ethyl lactate พบค่า MIC อยู่ในช่วงกว้าง ตั้งแต่ 1:8 ถึง 1:2,048 มีค่า MIC ต่อเชื้อ *S. aureus* ATCC 6538, MSSP และ MSSS เท่ากับ 1:1,024 เชื้อ MRSS ถูกยับยั้งด้วยค่า MIC ที่สูง เท่ากับ 1:8 และเชื้อ MRSP ให้ผลค่า MIC อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1:16 ถึง 1:2,048 ซึ่งเทียบเคียงเป็นความเข้มข้นของ ethyl lactate ตั้งแต่ 48.8 ถึง 6,250 µg/ml สำหรับแชมพูยาที่มี benzoyl peroxide พบค่า MIC อยู่ในช่วงกว้างเช่นกัน ตั้งแต่ <1:4 ถึง 1:2,048 โดยพบว่าแชมพูยานี้ ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ MRSS ด้วยช่วงค่าที่ได้ทดสอบ และเชื้อให้ค่า MIC <1:4 เชื้อ *S. aureus* ATCC 6538, MSSP และ MSSS ถูกยับยั้งด้วยค่า MIC ที่อยู่ในช่วง 1:512 ถึง 1:1,024 และพบค่า MIC ต่อเชื้อ MRSP อยู่ในช่วง 1:256 ถึง 1:2,048 ซึ่งเทียบเคียงเป็นความเข้มข้นของ benzoyl peroxide ตั้งแต่ 12.2 ถึง 97.7 µg/ml

Table Minimal inhibitory concentrations of medicated shampoos against *Staphyloccocus* isolates from canine pyoderma cases.

Active agents	Bacterial strains (n)	Minimal inhibitory concentration (MIC)														
		<1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128	1:256	1:512	1:1,024	1:2,048	1:4,096	1:8,192	1:16,348	1:32,768	1:65,536
3% CHX	SA (1)												1			
	MSSP (1)														1	
	MSSS (1)														1	
	MRSS (1)												1			
	MRSP Thai36 (1)													1		
	MRSP (10)													1	3	6
10% EL	SA (1)									1						
	MSSP (1)									1						
	MSSS (1)									1						
	MRSS (1)		1													
	MRSP Thai36 (1)										1					
	MRSP (10)			3					1	3	3					
2.5% BP	SA (1)									1						
	MSSP (1)								1							
	MSSS (1)								1							
	MRSS (1)	1														
	MRSP Thai36 (1)										1					
	MRSP (10)							3	4	3						

CHX, Chlorhexidine; EL, Ethyl lactate; BP, Benzoyl peroxide; SA, *S. aureus* ATCC 6538; MSSP, methicillin-susceptible *S. pseudintermedius*; MSSS, methicillin-susceptible *S. schleiferi* subsp. *coagulans*; MRSS, methicillin-resistant *S. schleiferi* subsp. *coagulans*; MRSP, methicillin-resistant *S. pseudintermedius*

การศึกษาฤทธิ์ของสารระงับเชื้อ ทำได้หลายวิธี ได้แก่ disc diffusion method, agar-well diffusion method, agar dilution method และ broth dilution method รวมไปถึงการทดสอบ time-kill kinetics assay เพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียต่อหน่วยเวลา ในการศึกษานี้ ได้ใช้วิธี broth microdilution method ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการหาค่า MIC (CLSI, 2013) และสามารถใช้เทียบเคียงประสิทธิภาพของสารระงับเชื้อในเบื้องต้นได้ (Valentine *et al*., 2012) จากผลการทดสอบค่า MICs ต่อเชื้อ *Staphylococcus* spp. พบว่าแชมพูยาที่มีส่วนผสมของ chlorhexidine มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับแชมพูยาที่มีส่วนผสมของ ethyl lactate และ benzoyl peroxide โดยมีการทดสอบกับตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากสุนัขที่เป็นโรคผิวหนังติดเชื้อ และเป็นสายพันธุ์ MRS ผลการศึกษานี้ ยังสอดคล้องกับรายงานของ Young และคณะ (2011) ที่พบค่า minimal bactericidal concentration (MBC) ของแชมพูที่มี chlorhexidine ต่อเชื้อ MRSP อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1:1,024 ถึง 1:2,048 แชมพูยาที่มี ethyl lactate พบค่า MBC ต่อเชื้อ MRSP เท่ากับ 1:2 และมีค่า MBC ของแชมพูยาที่มี benzoyl peroxide ต่อเชื้อ MRSP อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1:4 ถึง 1:8 ในทางคลินิกมีรายงานการใช้ chlorhexidine ที่ร้อยละ 2 และ 3 พบมีประสิทธิภาพต่อการรักษาโรคผิวหนังติดเชื้อในสุนัขแบบ superficial pyoderma และ impetigo (Murayama *et al*., 2010; Mueller *et al*., 2012) และแชมพูที่มีส่วนผสมของ chlorhexidine ให้ผลในการรักษาดีกว่าแชมพูที่มีส่วนผสมของ benzoyl peroxide ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 (Loeffler *et al*., 2011) สำหรับคุณสมบัติของ chlorhexidine จัดเป็น bisbiguanide ที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ มีความสามารถในการทำลายเปลือกหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย ออกฤทธิ์ในการทำลายเชื้อเร็ว และมีรายงานพบการแพ้ต่อสารน้อย (Mueller *et al*., 2012)

การทำงานของ ethyl lactate อาศัยการเมแทบอไลต์เป็น ethanol และ lactic acid จาก bacterial lipases ในรูขุมขน และต่อมไขมัน มีความสามารถในการละลายไขมัน และ lactic acid ช่วยลดความเป็นกรดของผิวหนัง ทำให้สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ (Mueller *et al*., 2012) แชมพูยาที่มี benzoyl peroxide โดยทั่วไปใช้ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2.5 สารออกฤทธิ์เมื่อแตกตัวเป็น benzoic acid และ oxygen ทำให้มีการสร้างอนุมูลอิสระของออกซิเจนในระดับสูง ทำให้เกิดการยับยั้ง epidermal proliferation ลดการผลิตของต่อมไขมัน และมีผลให้เกิดการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย อย่างไรก็ตาม การใช้กับผิวหนังในระดับความเข้มข้นที่สูงอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงได้ จากรายงานของ Loeffler และคณะ (2011) ได้ทำการทดสอบแชมพูยา 2 ยี่ห้อ ที่มีส่วนผสมของ chlorhexidine ร้อยละ 3 และ benzoyl peroxide ร้อยละ 2.5 กับสุนัขที่เป็น superficial pyoderma จาก coagulase-positive staphylococci จำนวน 22 ตัว (แบ่งเป็นกลุ่มละ 11 ตัว) โดยใช้อาบน้ำให้สุนัข 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 10 นาที และประเมินรอยโรคของผิวหนัง หลังการใช้แชมพู พบว่าการรักษาด้วยแชมพูยา benzoyl peroxide ไม่มีผลในการลดจำนวนเชื้อแบคทีเรีย และการหายของแผล อย่างมีนัยสำคัญ และแชมพูยา chlorhexidine ให้ผลในการรักษาที่ดีขึ้น

สรุป

แชมพูยาที่มีสารออกฤทธิ์ chlorhexidine ให้ผลค่า MIC ด้วยความเข้มข้นที่ต่ำ ต่อเชื้อ *S. aureus* มาตรฐาน และเชื้อตัวอย่างทางคลินิกจากสุนัข ชนิด *S. scheleiferi* subsp. *coagulans* และ *S. pseudintermedius* ทั้งสายพันธุ์ที่ไวต่อยา และดื้อต่อยา methicillin และมีประสิทธิภาพในการระงับเชื้อสูงกว่า

แชมพูที่มี ethyl lactate และ benzoyl peroxide ซึ่งแชมพูยาทั้ง 2 นี้ พบค่า MIC ต่อเชื้อ ที่สูงกว่า และอยู่ในช่วงกว้าง โดยในการนำไปใช้ในทางคลินิก อาจให้ผลในการรักษาที่ไม่แน่นอน นอกจากนี้ ยังมีค่า MICs ที่สูงที่สุดต่อเชื้อ MRSS ซึ่งจำเป็นจะต้องศึกษาในจำนวนตัวอย่างที่มากขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และได้ความอนุเคราะห์เชื้อ MRSP Thai 36 จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ สพ.ญ. ดร. วลัยพร ตนพิทักษ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร โดยทางคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

ณัชพล รุ่งโรจน์. 2561. **การศึกษารูปแบบความไวรับของเชื้อ *Staphylococcus* ตัวอย่างจากสุนัข ที่ดื้อต่อยาและไวต่อยา methicillin ต่อยาต้านจุลชีพที่ใช้เฉพาะที่**. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณัชพล รุ่งโรจน์, เฉลิมพล เล็กเจริญสุข, ชัญญาพัฒน์ บำรุงพันธ์ และจันทิมา พฤกษากร. 2561. **แนวโน้ม และรูปแบบการดื้อยาต้านจุลชีพของเชื้อ *Staphylococcus* spp. และ *Escherichia* spp. จากระบบผิวหนังและปัสสาวะของสุนัข ในโรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56 (สาขาสัตวแพทยศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร น.471-464 .

ณรงค์ กิจพาณิชย์. 2550. **โรคผิวหนังสุนัขที่สำคัญและวิธีจัดการในคลินิก**. ครั้งที่ 4. หจก. ขอนแก่นการพิมพ์, ขอนแก่น.

Bannoehr, J. and L. Guardabassi. 2012. *Staphylococcus pseudintermedius* in the dog: Taxonomy, Diagnostics, Ecology, Epidemiology and Pathogenicity. **Veterinary Dermatology** 23: 2253-2268.

CLSI. VET01-S2. 2013. Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals; 2nd informational supplement : **Clinical and Laboratory Standards Institute**. Wayne, Pennsylvania.

Daniel, J., G. Fiona, K. Langelier, G. Magyar, L. McCurdy, M. Milstein, K. Nielsen and S. Villemaire. 2015. Prevalence of methicillin-resistant staphylococci in canine pyoderma cases in primary care veterinary practices in Canada: A preliminary study. **Canadian Veterinary Journal** 56: 1084–1086.

Elshikh, M., S. Ahmed, S. Funston, P. Dunlop, M. McGaw, R. Marchant and I.M. Banat. 2016. Resazurin-based 96-well plate microdilution method for the determination of minimum inhibitory concentration of biosurfactants. **Biotechnology Letters** 38: 1015-1019.

Hill P.B., A. Lo, C. A. N. Eden, S. Huntley, V. Morey, S. Ramsey, C. Richardson, D. J. Smith, C. Sutton, M. D. Taylor, E. Thorpe, R. Tidmarsh, and V. Williams. 2006. Survey of the

prevalence, diagnosis and treatment of dermatological conditions in small animals in general practice. **Veterinary Record** 158: 533–539.

Jeffers G. James. 2013. Topical therapy for drug-resistant pyoderma in small animals. **Veterinary Clinical Small Animal Practice** 43: 41-50.

Kadlec, K., S. Weiß., S. Wendlandt., S. Schwarz. and W. Tonpitak. 2016. Characterization of canine and feline methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* (MRSP) from Thailand. **Veterinary Microbiology** 194: 93-97.

Kondo, Y., T. Ito, X.X. Ma, S. Watanabe, B.N. Kreiswirth, J. Etienne and K. Hiramatsu. 2007. Combination of multiplex PCRs for Staphylococcal Cassette Chromosome *mec* Type Assignment: Rapid identification system for *mec*, *ccr*, and major differences in Junkyard regions. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy** 51: 264-274.

Loeffler, A., M. Linek, A. Moodley, L. Guardabassi, J.M. Sung, M. Winkler, R. Weiss and D.H. Lloyd. 2007. First report of multiresistant, mecA-positive *Staphylococcus intermedius* in Europe: 12 cases from a veterinary dermatology referral clinic in Germany. **Veterinary Dermatology** 18: 412-421.

Loeffler, A., M.A. Cobb and R. Bond. 2011. Comparison of a chlorhexidine and a benzoyl peroxide shampoo as sole treatment in canine superficial pyoderma. **Veterinary Record** 10: 249.

Mueller, R.S., K. Bergvall, E. Bensignor, R. Bond. 2012. Review of topical therapy for skin infections with bacteria and yeast. **Veterinary Dermatology** 23: 330-341.

Murayama N, M. Nagata, Y. Terada, S. Shibata and T. Fukata. 2010. Comparison of two formulations of chlorhexidine for treating canine superficial pyoderma. **Veterinary Record** 167: 532–533.

Sasaki, T., S. Tsubakishita, Y. Tanaka, A. Sakusabe, M. Ohtsuka, S. Hirotaki, T. kawakami, T. Fukata and K. Hiramatsu. 2010. Multiplex-PCR method for species identification of coagulase-positive staphylococci. **Journal of Clinical Microbiology** 48: 765-769.

Scott, D., G. Muller and C. Griffin. 2001. Bacterial skin diseases. **Muller & Kirk's Small Animal Dermatology 6th Ed** pp. 274-335.

Sindha, M.J., B.J. Trangadia, P.D. Vihol, R.S. and B.V. Patel. 2015. Clinicopathological evaluation of non-parasitic dermatoses in canines. **Veterinary World** 8: 1346-1350.

Young, R., L. Buckley, N. McEwan and T. Nuttall. 2011. Comparative in vitro efficacy of antimicrobial shampoos: a pilot study. **Veterinary Dermatology** 23: 36-42e.

Effects of Dried Graviola (*Annona Muricata*) Leaves in A 7-year-old Mammary Tubular Carcinoma Poodle Dog Postoperatively on Relief and Recurrence: A Case Report

Sunee Kunakornsawat[1*] Lalita Suwantana[2] Suthasinee Boonyindee[2] Siripattra Netramai Detkalaya[2] Nithida Boonwittaya[2] Benjang Hakhen[2] and Piyathip Choochalermporn[2]

ABSTRACT

A poodle dog was presented to the Veterinary Teaching Hospital, Kasetsart University with masses on the right mammary glands. A firm and painless multilobular mass localized on the right caudo-abdominal mammary gland was observed. It was noted that right inguinal lymph node was bigger than the others. No metastatic area indicative of pulmonary metastases was seen on radiography. The clinical stage of this tumor was evaluated to be $T_2N_1M_0$. All mammary gland masses were surgically removed with regional mastectomy including the right inguinal lymph node. The biopsies were identified the mass and inguinal lymph node as mammary tubular carcinoma with lymph node metastasis. Postoperatively, the dog received continuously an air dried Graviola leaf three times per day orally. During the follow up time (6 months), no mass recurrence at breast region was found. This patient has not shown any abnormal neurological symptoms linked with consuming Graviola's leaves. Unfortunately, the last repeat imaging of chest x-rays appeared as well defined detail like nodules presented at the right mid lung field.In conclusion, this natural herb (dried leaves of Graviola) may not be effective to prevent micrometastasis to lungs, but at least be relief and improve the dog's quality of life.

Key words: annona muricata, dog, graviola, mammary tumor, soursop

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

[1]Department of Companion Animal Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, KamphaengSaen campus, NakornPathom 73140, Thailand.

[2]Veterinary Teaching Hospital, Kasetsart University, Bangkaen campus, Bangkok 10900.

INTRODUCTION

Graviola (*Annona muricata*) is a tree prevalent in the rain forests of Africa, South America, and Southeast Asia (Figures 1 & 2). It is also known as soursop, custard apple, cherimoya, guanabana, corossol and paw paw. Interestingly, chemical investigators reported that the bark, root, stem, leaves and seeds of this fruit have resulted in the isolation of a type of plant compound (phytochemical) called annonaceous acetogenins. In animal studies, these isolated compounds displayed some of the interesting biological or pharmacological activities, such as anti-inflammatory, antidiabetic, antiulcer, antiparasitic and pesticidal properties (Heinrich et al., 1992; Christophe et al., 1997; Jeno et al., 2013; Florence et al., 2014; Ishola et al., 2014; Moghadamtousi et al., 2014*a*; Pieme et al., 2014; Patel et al. 2016). Studies of the anticancer benefits *in vitro* of Graviola leaf-extracts have been demonstrated to be active against breast, lung, colon, prostate, skin cancer, leukemia cell lines (Hamizah et al., 2012; Gavamukulya et al., 2014; Moghadamtousi et al., 2014*b*; Pieme et al., 2014; Zorofchian et al., 2014; Asare et al., 2015). Oberlies et al. (1997) reported that Graviola effectively destroyed cancer cells that were resistant to chemotherapy or multi-drug resistant (MDR) cells by blocking ATP transfer into these cells, and inhibiting their function in a way that eventually leads to the point they fell apart (apoptosis or programmed cell death). Interestingly, laboratory data indicated that air dried Graviola leaves were better than fresh because of the drying concentrates the medicinal properties of the plant, thus more effective (Usunobun et al., 2015). Sun drying or oven drying is not recommended because too much heat will cook the medicinal and nutritive values of the leaves, causing them to lose their potency.

Conversely, some researchers concerned that particular chemicals presented in Graviola may cause movement disorders and myeloneuropathy with symptoms similar to Parkinson's disease when taken in large amounts (Roman, 1998; Lannuzel et al., 2002; Lannuzel et al., 2006). Researcher found that the seeds and roots can be neurotoxic, where alkaloids are highest in concentration (Usunobun et al., 2015). At the present time, numerous data promote Graviola to cancer patients based on traditional use and on the *in vitro* studies, but Graviola products have not been studied in human. Caution is required as there is no evidence of safety or efficacy. Using animal clinical model, the objective of this study was to report the effects of dried Graviola leaves used in a post-operative mammary tubular carcinoma dog on toxicity, relief and recurrence.

CASE DESCRIPTION

A 7-year-old, female, neutered poodle breed dog was referred for the treatment of mammary gland tumor (Figure 3). The owner reported that the mass had been seen for several weeks. On physical examination the dog was bright, alert and responsive, well hydrated and in good body

condition. On physical examination of the mammary glands, a firm and painless multilobular mass localized on the right caudo-abdominal mammary gland was observed. The maximal diameter was 3.5 cm. Furthermore, the right inguinal lymph node was bigger than another. Before surgical excision, fine needle aspiration (FNA) was performed and showed highly cellular, with numerous large branching sheets of neoplastic cells. The dog was underwent a complete blood cell count (CBC), serum biochemical profiles, urinalysis and chest radiographs. All tests were within normal limits. No metastatic area indicative of pulmonary metastases was observed on the lateral and ventrodorsal radiography (Figures 4A-B). Tumors were staged according to clinical examination findings using the TNM system for canine tumors of mammary glands reported by Philbert et al. (2003) (Table 1). This dog was staged at IV ($T_2N_1M_0$).



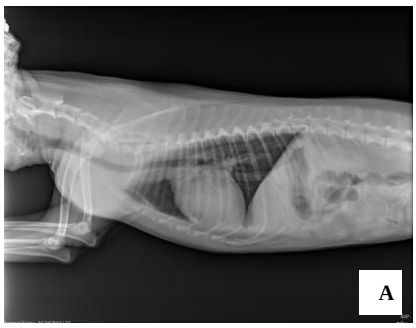
Figure 1 Graviola fruit



Figure 2 Graviola leaves



Figure 3 A 7-year-old mammary tubular carcinoma Poodle dog





Figures 4 Thoracic radiographys (A) lateral view (B) ventrodorsal view; not seen nodular in lung field

Anesthesia was induced with propofol (4 mg/kg) and maintained with 2% isoflurane and oxygen. All mammary gland masses were surgically removed with regional mastectomy including the right inguinal lymph node (Figure 5). Tissue samples were collected and fixed for histological diagnosis in buffered 10% formalin. The formalin-fixed tissue was dehydrated and embedded in paraffin, cut and stained with haematoxylin and eosin (H&E). The biopsies were identified the mass and inguinal lymph node as mammary tubular carcinoma with lymph node metastasis. Postoperatively, based on the owner's financial and emotional reasons, the owner did not want other adjuvant therapies. The owner decided to let her dog received continuously an air dried graviola leaf

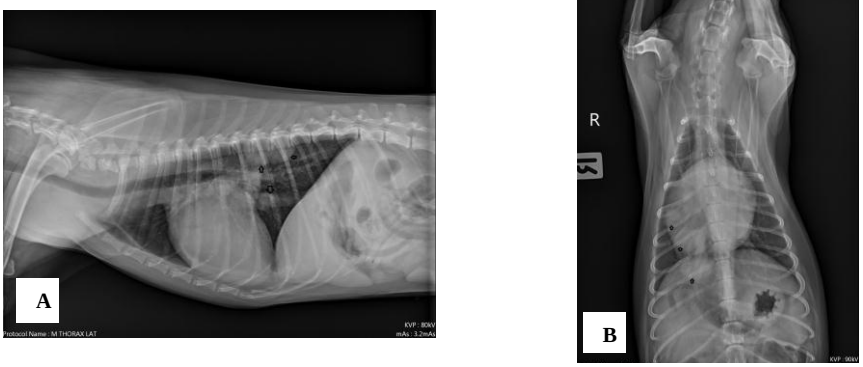
(Figure 6) three times per day orally. Nevertheless, the owner required a regular follow-up her dog monthly to evaluate for herbal response by observation of mammary gland tumor recurrence, blood sample analysis and chest radiography. Therefore, this dog was scheduled for monitoring side effects of graviola leaves such as diarrhea, vomiting and neutropenia based on the criteria for toxicity described in Table 2 (Langova et al., 2004). Blood and urine samples were taken prior to start orally herbal administration and these were repeated at regular intervals, every 2 to 4 weeks initially, reducing to every 1 to 2 months with time. A blood sample might also be repeated if the patient is unwell. At the first month of post-operative, other signs of toxicity such as diarrhea, vomiting, neutropenia, movement disorders were not found. Continuously, an air dried graviola leaf per meal (3 times/day) has been administered daily to this dog. Six months later, the patient has not been found any mass recurrence at breast region, but repeat imaging of chest x-rays appeared as well defined detail like nodules presented at the right mid lung field (Figures 7A-B). Sampling these nodules using fine needle aspiration indicated lung metastases. A complete blood count and serum biochemical profiles were within normal limits (Table 3). The brain syndrome caused muscle rigidity, tremors, slowed movement and difficulty keeping balance in humans was not seen in this dog. The owner decided to stop her dog with daily oral dired graviola leaf all at once.



Figure 5 A 7-year-old mammary tubular carcinoma Poodle dog was treated with regional mastectomy.



Figure 6 Graviola air dried leaves



Figures 7 Thoracic radiographs (A) lateral view; Tracheal elevated by cardiac enlargment was seen, well defined detail like nodules present at the right mid lung field (arrows) (B) ventrodorsal view; They appeared as round white opacitites overlying the lung field (arrows)

Table 1 Modified TNM staging of canine mammary gland tumor. (Philbert et al. 2003)

- T_1 < 3 cm maximum diameter
- T_2 3-5 cm maximum diameter
- T_3 > 5 cm maximum diameter
- N_0 Histologically no metastasis
- N_1 Histologic metastasis
- M_0 No distant metastasis
- M_1 Distant metastasis detected

Stage	Primary Tumor	Regional LN Status	Distant Metastasis
I	T_1	N_0	M_0
II	T_2	N_0	M_0
III	T_3	N_0	M_0
IV	Any T	N_1	M_0
V	Any T	Any N	M_1

Table 2 Criteria for toxicity (Langova et al., 2004)

Toxic effect and grade	Signs
Diarrhea	
I	soft stools, response to dietary modification
II	3 – 7 watery stools per day, < 2 days
III	>7 watery stools a day
IV	intractable or bloody, requires hospitalization
Vomitting	
I	sporadic, self- limiting
II	1-5 episodes a day, < 2 days
III	6-10 episodes per day
IV	intractable, requires hospitalisation
Neutropenia	
I	neutrophils < 3.5 x 10^9/L
II	neutrophils < 2.0 x 10^9/L
III	neutrophils < 1.0 x 10^9/L
IV	neutrophils < 0.5 x 10^9/L

Table 3 Hematological and blood chemical profiles (June, 2018)

HGB	16.40 (10-18 gm%)
PCV	48.10 (35-55%)
RBC	7.35 (5-9 x 10^3/cumm)
MCV	65.44 (60-77 fl)
MCHC	34.10 (32-36 gm%)
WBC	6.35 (6-17 x10^3/cumm)
SEGS	83.00 (3,000-11,400)
LYMPH	16.00 (1,000-4,000)
EOS	1.00 (100-750)
PLATELETS	214.00 (200-500 x10^3)
PROTEIN	5.60 (6-7.5)
Blood Chemistry	
BUN	29.00 (10-26 mg%)
CREATININE	1.49 (0.5-1.3 mg%)
ALT (SGPT)	62.00 (6-70, 37°IU/L)
ALK PHOS	42.00 (8-76 U/L)
POTASSIUM	3.87 (2.5-5.0 mg%)

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

During the six months, as a result of no signs of toxicity, the air dried leaves of Graviola was precisely less toxic in this case. This outcome encouraged researches that using the leaves was safer than seeds and roots, where different alkaloids chemicals were highest in concentration. (Taylor, 2005; Lannuzel et al., 2006; Usunobun et al., 2015). In humans, these chemicals may also link the herb Graviola to a brain syndrome that is similar to atypical Parkinson's disease (Caparros-Lefebvre and Alexis, 1999; Champy et al., 2005; Taylor, 2005; Le Ven et al., 2011). Based on the research findings, people are aware of the potential safety concerns about Graviola as a natural supplement fruit. In our study, we did not found any neurotoxic effects in this dog. It is possible that this dog consumed dried leaves of Graviola with less annonacin (neurotoxic substances) and were given for a brief period. Interestingly, the owner observed that the dog's quality of life was very satisfying postoperatively. The recurrence of mammary gland tumor has not been noticed. Unfortunately, the last repeat imaging of thoracic radiographs and lung sampling revealed cancer spread to the lungs. This seemed to be an ineffective natural drug to inhibit microscopic tumor foci. In this study, Graviola's leaves were not a substitute for mainstream cancer care. This natural herbal was helpful to relieve the patient's symptoms and to live better. In conclusion, this natural herb (dried leaves of Graviola) may not be effective to prevent micro-metastasis to lungs, but at least be relief and improve the dog's quality of life. We anticipate that this study would be useful as animal model for further herbal research in human.

ACKNOWLEDGEMENTS

We gratefully acknowledge the owner-pets, veterinarians, staff of the Veterinary Teaching Hospital, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University.

REFERENCES

Asare, G.A., D. Afriyie, R.A. Ngala, H. Abutiate, D. Doku, S.A. Mahmood and H. Rahman. 2015. Antiproliferative activity of aqueous leaf extract of Annona muricata L. on the prostate, BPH-1 cells, and some target genes. **Integr. Cancer. Ther.** Jan;14(1):65-74.

Caparros-Lefebvre, D. and E. Alexis. 1999. Possible relation of atypical parkinsonism in the French West Indies with consumption of tropical plants: A case-control study. **Lancet** 354 (9175): 281–286.

Champy, P., A. Melot, V.Guérineau Eng, C. Gleye, D. Fall, G.U. Höglinger, M. Ruberg, A. Lannuzel, O. Laprévote, A. Laurens and R. Hocquemiller. 2005. Quantification of acetogenins in Annona muricata linked to atypical parkinsonism in guadeloupe. **Mov. Disord.** Dec;20(12):1629-1633.

Christophe, G., A. Laurens, R. Hocquemiller, O. Laprevote, L. Serani and A. Cave. 1997. Cohibins A and B, Acetogenins from roots of Annona muricata. **Phytochemistry** 44(8): 1541 -1545.

Florence, N.T., M.Z. Benoit, K. Jonas, T. Alexandra, D.D. Désiré, K. Pierre and D. Théophile. 2014. Antidiabetic and antioxidant effects of Annona muricata (Annonaceae), aqueous extract on streptozotocin-induced diabetic rats. **J. Ethnopharmacol.** Feb 3;151(2):784-790.

Gavamukulya, Y., F. Abou-Elella, F. Wamunyokoli and H. AEl-Shemy. 2014. Phytochemical screening, anti-oxidant activity and in vitro anticancer potential of ethanolic and water leaves extracts of Annona muricata (Graviola). **Asian Pac. J. Trop. Med.** Sep;7s1:S355-363.

Hamizah, S., A.H. Roslida, O. Fezah, K.L. Tan, Y.S. Tor and C.I. Tan. 2012. Chemopreventive potential of Annona muricata L leaves on chemically-induced skin papillomagenesis in mice. **Asian Pac. J. Cancer Prev.** 13(6):2533-2539.

Heinrich, M., M. Kuhnt, C.W. Wright, H. Rimpler, J.D. Phillipson, A. Schandelmaier, and D.C. Warhurst. 1992. Parasitological and microbiological evaluation of mixe Indian medicinal plants (Mexico). **J. Ethnopharmacol.** 36, 81-85.

Ishola, I.O., O. Awodele, A.M. Olusayero and C.O. Ochieng. 2014. Mechanisms of analgesic and anti-inflammatory properties of Annona muricata Linn. (Annonaceae) fruit extract in rodents. **J. Med. Food** Dec;17(12):1375-1382.

Jeno, P., R.M. Gnanam, R. Jayadeepa and L. Arul. 2013. Anti-Cancer Activity on Graviola, an Exciting Medicinal Plant Extract vs Various Cancer Cell Lines and a Detailed Computational Study on its Potent Anti-Cancerous Leads. **Curr. Top. Med. Chem.** 13(14):1666-1673(8).

Langova, V., A.J. Mutsaers, B. Phillips and R. Straw. 2004. Treatment of eight dogs with nasal tumours with alternating doses of doxorubicin and carboplatin in conjunction with oral piroxicam. **Aust. Vet. J.** Nov;82(11):676-680.

Lannuzel, A., P.P. Michel, D. Caparros-Lefebvre, J. Abaul, R. Hocquemiller and M. Ruberg. 2002. Toxicity of Annonaceae for dopaminergic neurons: potential role in atypical parkinsonism in Guadeloupe **Mov. Disord.** Jan;17(1):84-90.

Lannuzel, A, G.U. Höglinger, P. Champy, P.P. Michel, E.C. Hirsch and M. Ruberg. 2006. Is atypical parkinsonism in the Caribbean caused by the consumption of Annonacae? **J. Neural. Transm. Suppl.** (70):153-157.

Le Ven, J., I. Schmitz-Afonso, D. Touboul, D. Buisson, B. Akagah, T. Cresteil, G. Lewin and P. Champy. 2011. Annonaceae fruits and parkinsonism risk: Metabolisation study of annonacin, a model neurotoxin; evaluation of human exposure. **Toxicol. Lett.** 205: S50.

Moghadamtousi, S.Z., E. Rouhollahi, H. Karimian, M. Fadaeinasab, M.A. Abdulla and H.A. Kadir. 2014(*a*). Gastroprotective activity of Annona muricata leaves against ethanol-induced gastric injury in rats via Hsp70/Bax involvement. **Drug Des. Devel. Ther.** 8:2099-2110.

Moghadamtousi, S.Z., H.A. Kadir, M. Paydar, E. Rouhollahi and H. Karimian. 2014(*b*). Annona muricata leaves induced apoptosis in A549 cells through mitochondrial-mediated pathway and involvement of NF-kappaB. **BMC Complement Altern. Med.** 14:299.

Oberlies, N., C. Chang and J. McLaughlin. 1997. Structure-activity relationships of diverse Annonaceous acetogenins against multidrug resistant human mammary adenocarcinoma (MCF-7/Adr) cells. **J. Med. Chem.** 17, 84-90.

Patel, S. and J.K. Patel. 2016. A review on a miracle fruits of Annona muricata. **J. Pharmacogn. Phytochem.** 5(1):137-148.

Pieme, C.A., S.G. Kumar, M.S. Dongmo, B.M. Moukette, F.F. Boyoum, J.Y. Ngogang and A.K. Saxena. 2014. Antiproliferative activity and induction of apoptosis by Annona muricata (Annonaceae) extract on human cancer cells. **BMC Complement Altern. Med.** 14:516.

Philibert, J.C., P.W. Snyder, N. Glickman, L.T. Glickman, D.W. Knapp and D.J. Waters. 2003. Influence of host factors on survival in dogs with malignant mammary gland tumors. **J. Vet. Intern. Med.** Jan-Feb;17(1):102-106.

Roman, G. 1998. Tropical myeloneuropathies revisited **Curr. Opin. Neurol.** 11:539-544

Taylor, L. 2005. The Healing Power of Rainforest Herbs. Square One Publishers, New York.

Usunobun, U., N.P. Okolie, O.G. Anyanwu, A.J. Adegbegi and M.E. Egharevba. 2015. Phytochemical screening and oriximate composition of *Annona Muricata* leaves. **EJBPSP** March(2);1:18-28.

Zorofchian Moghadamtousi, S., H. Karimian, E. Rouhollahi, M. Paydar, M. Fadaeinasab and H. Abdul Kadir. 2014. Annona muricata leaves induce G(1) cell cycle arrest and apoptosis through mitochondria-mediated pathway in human HCT-116 and HT-29 colon cancer cells. **J. Ethnopharmacol.** Oct 28;156:277-289.

Quinolone Resistant Genes and ESBL-Producing Enzymes of *Escherichia coli* from Diarrheal Pigs

Sukanya Thongratsakul[1], Rortana Chea[1], Worrawidh Wajjwalku[1], Suksan Chamsing[1], Srisamai Viriyarumpa[1] and Patamabhorn Amavisit[1*]

ABSTRACT

Antimicrobial resistant (AMR) profiles of extended-spectrum β-lactamase (ESBL), plasmid-mediated quinolone resistance (PMQR), class I integron, and minimum inhibitory concentration (MIC) of 9 antimicrobial agents were studied for 63 *E. coli* isolated from internal organs of diarrheal pigs in Thailand. The resistant rates were relatively high at 98.41% amoxicillin, 98.41% ampicillin, 96.83% cephalexin, 69.84% ciprofloxacin, 69.84% enrofloxacin, 58.73% fosfomycin, 71.43% colistin, 84.13% gentamicin and 90.48% oxytetracycline. All of the isolates were resistant to ≥ 4 antimicrobial agents and 25.40% of the isolates were resistant to all the tested antimicrobials. A combination disk assay for screening ESBL-producing enzymes presented 22 positive isolates (34.92%). Of all the ESBL-producing *E. coli,* 18 isolates carried the gene *bla*CTX-M and 17 isolates carried *bla*TEM. Amplifying PMQR genes in all isolates DNA, 39 isolates carried *qnrS* and 6 isolates carried *oqxA*, while the other tested PMQR genes were not found. DNA sequencing results confirmed that *qnrS* shared 100% identity to *qnrS1* and *oqxA* share identity to *oqxA1*. Furthermore, integrase gene of class 1 integron was also found at 33.33% of the isolates. The *E. coli* from sick animals in this result presented high antimicrobial resistant rates and significant antimicrobial resistant genes were disseminated among the isolates.

Keywords: Antimicrobial resistance, ESBL, PMQR, class I integron, swine

*Corresponding author: email address **fvetpaa@ku.ac.th**

[1]Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, 10900

INTRODUCTION

Antimicrobial resistances cause various health concerns to humans and animals by prolonging disease-recovery times, consuming therapeutic sources and eventually treatment failure (Levy and Marshall, 2004). β-lactam and quinolone antimicrobials are two most antimicrobial groups used for treatment bacterial infection in animals and humans. There are a variety of β-lactam resistant mechanisms (Carattoli *et al*., 2008). One important mechanism is the resistant bacteria could produce extended-spectrum β-lactamase (ESBL) enzymes. The prevalence of ESBL-producing *E. coli* significantly increased over the past decade. Most of the ESBL-producing genes were frequently detected in the mobile genetic element including integron or plasmid, which made them easily transfer to other bacteria (Carattoli *et al*., 2008). Class 1 integron is the examples of mobile elements that carried a number of antimicrobial resistant genes. It can locate on different plasmids and transposons (Ghaly *et al*., 2017).

In Thailand, quinolones are used in animals in routes of injection, tablet, water soluble and feed additive. The mechanisms of these antimicrobial agents involved with the alteration of DNA gyrase sub-unit A (*gyrA*) and/or topoisomerase type IV sub-unit A (*parC*) and acquisition of plasmid-mediated quinolone resistance genes (PMQR) (Drlica *et al*., 2009; Hooper, 1999).

E. coli commonly cause secondary bacterial infection and some strain variants may cause serious diseases in both humans and animals. Furthermore *E. coli* can be used as a sentinel organism for investigation of antimicrobial resistances. In pigs, *E. coli* cause verities of infections, for example post-weaning diarrhea, edema disease (ED) and neonatal diarrhea (Nataro and Kaper, 1998). The aims of this article were to study antimicrobial resistance profiles, ESBL-producing enzymes, PMQR and class I integron among clinical isolates of *E. coli* from diarrheal pig, isolated from diarrheal pigs.

MATERIALS AND METHODS

Bacteria isolates

Sixty-three *E. coli* were isolated from internal organs of diarrheal pigs including intestines and mesenteric lymph nodes. The samples were submitted for bacterial identification at Diagnostic Unit, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus in 2014. The isolates were sub-cultured on MacConkey agar (Oxoid Ltd., UK) and biochemical tested by IMVic (indole, methyl red, Voges–Proskauer and Simmons citrate) for species confirmation (Feng *et al*., 2002).

Antimicrobial susceptibility testing

Minimum inhibitory concentration (MIC, µg/mL) testing of 9 antimicrobial agents was carried out using broth micro-dilution assay following the clinical and laboratory standards institute guideline (CLSI, 2012). The antimicrobial agents were amoxicillin, ampicillin, cephalexin, ciprofloxacin, enrofloxacin, fosfomycin, oxytetracycline, colistin and gentamicin (Oxoid Ltd., UK). The antimicrobial resistances were interpreted following the breakpoint of CLSI, (2015). β-lactam resistant *E. coli* were further tested for ESBL enzymes confirmation using a combination disk assay comprising one set of cefotaxime (30 µg) and cefotaxime-clavulanic acid (30/10 µg) and another set of ceftazidime (30 µg) and ceftazidime-clavulanic acid (30/10 µg) following M100-S25 (CLSI, 2015). *K. pneumoniae* ATCC700603 and *E. coli* ATCC25922 were used as the control strains.

Amplification of β-lactamase genes and integrase gene

The DNA of ESBL producing *E. coli* (n = 22) were amplified for the presence of class A ESBL-producing genes comprising *bla*CTX-M (Bauernfeind *et al*., 1996) and *bla*TEM (Laura *et al.,* 1995). The PCR was performed in a total reaction volume of 20 µL containing 18 µL mixtures with PCR buffer [20 mM Tris/HCl, 100 mM KCl, 5 mM $(NH_4)_2SO_4$, pH 8.3, 3 mM $MgCl_2$, 200 µM of each nucleotide (Promega, USA), 2.5 U HotStartTaq DNA Polymerase (QIAGEN, Germany)] and 0.4 µM of each primers. Thermocycler condition was 94°C for 5 min, followed by 35 cycles of 95°C for 45 s, 58°C for 45 s and 72°C for 60 s and finally 72°C for 10 min (MyCycler Thermal Cycler, BIO-RAD, USA).

Integrase gene of class I integron was amplified using intI1-specific primers: intI1-F (5'-AAGGATCGGGCCTTGATGTT-3') and intI1-R (5'-CAGCGCATCAAGCGGTGAGC-3') following Chaisatit *et al*. (2012). PCR reactions were performed in total volume of 20 µL, including 1.5 mM $MgCl_2$, 50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl (pH 8.7), 200 µM of each dNTP (HotStarTaq), 0.25 µM of each primer and 2 µL of DNA template. The amplifying cycle was pre-denaturation at 95°C for 5 min, followed by 30 cycles of denaturation at 94°C for 30 s, annealing at 56°C for 30 s, extension at 72°C for 1 min and final extension at 72°C for 10 min. *Pseudomonas aeruginosa* (GenBank accession no. AY553333) was used as a positive control.

Amplification of PMQR genes

Nine PMQR genes including *qnrA*, *qnrB* and *qnrS* (Gay *et al*., 2006), *qnrC* and *qnrD* (Veldman *et al*., 2011), *oqxA* (Hansen *et al*., 2005), *qepA* (Richter *et al*., 2010), *acc(6')-Ib-cr* (Park *et al*., 2006) and *qnrVC* (Liu, *et al*., 2013), were amplified among total 63 isolates. The PCR mixture was prepared containing 10×Tag buffer with $(NH_4)_2SO_4$ (-$MgCl_2$), 25 mM of $MgCl_2$, 10 mM of dNTPs, 5 U of Tag DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific Inc., USA), 0.5 µM of forward and reverse primers

and 1.5 µL of DNA template. The PCR cycle consisted of 30 s pre-denaturing at 95°C, 30 s denaturing at 94°C, 30 s of annealing at the different temperatures as required by each pair of primers, 30 s of extension at 72°C and 5 min of final extension at 72°C.

RESULTS AND DISCUSSION

The tested antimicrobial agents were β-lactam group (amoxicillin, ampicillin and cephalexin), quinolone group (ciprofloxacin and enrofloxacin) and the other four agents that belong to different groups of antimicrobials (fosfomycin, oxytetracycline, colistin and gentamicin). The MIC of nine antimicrobial agents for 63 *E. coli* were presented in Table 1. The β-lactam resistant rates of *E. coli* were high at 98.41% amoxicillin, 98.41% ampicillin and 96.83% cephalexin. β-lactam antimicrobials are a class of broad-spectrum antibiotics that contain a β-lactam ring in their molecular structures. The antimicrobials are commonly prescribed in humans including respiratory infection. In pig farms they were used for the treatment and control of severe and systemic infections such as *Streptococcus suis*.

Table 1 Minimum inhibitory concentrations of 9 antimicrobial agents against 63 *E. coli* isolated from swine clinical samples.

Antimicrobial (breakpoint, µg/mL)[a]	Resistance n (%)	Distribution of MICs (µg/mL)														
		<0.12	0.1255	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	>512
Ampicillin (≥32)	62 (98.41%)								1				1			61
Amoxicillin (≥32)	62 (98.41%)							1								62
Cephalexin (≥32)	61 (96.83%)								1	1	7	6	1		3	44
Ciprofloxacin (≥4)	44 (69.84%)	1	2	1		10	3	2	3	2	2	8	10	1	7	9
Enrofloxacin (≥4)	44 (69.84%)	2	1	2	3	5	6	4	2		2	8	13	4	5	6
Fosfomycin (≥256)	37 (58.73%)					1	7	3	2	1	3	3	6	10	17	10
Oxytetracycline (≥16)	57 (90.48%)				1	1	2	2		1	1		2	1	9	43
Colistin (≥4)	45 (71.43%)			5	4	5	4	18	6	10	5	4		1		1
Gentamicin (≥16)	53 (84.13%)			1	2		3	3	1	3	4	3	6	6	9	22

[a]Antimicrobial breakpoints followed CLSI (2015)

A combination disk assay was performed for screening ESBL-producing enzymes. ESBLs are β-lactamases that confer multi-resistance to these antimicrobials. The result presented 31 isolates that yielded positive to a pair of cefotaxime and cefotaxime-clavulanic acid and 22 isolates were

positive to another pair of ceftazidime and ceftazidime-clavulanic acid (Table 2). Totally 22 isolates (34.92%) were positive to both pair of disk and regarded as ESBL-producing *E. coli*. Furthermore the 22 isolates that showed ESBL phenotype were amplified to detect two common ESBL genes. The PCR presented that 18 isolates carried *bla*CTX-M and 17 isolates carried *bla*TEM.

Table 2 Extended-spectrum β-lactamase (ESBL)-producing enzymes, plasmid-mediated quinolone resistance (PMQR) and class 1 integron profiles of 63 *E. coli* isolated from diarrheal pigs

AMR profiles	Phenotype/genes	Number of positive isolates (%)
ESBL-producing enzymes[a]	CAZ/CLA[b]	22 (34.92%)
	CTX/CLA[c]	31 (49.21%)
PMQR genes[d]	*qnrS*	39 (61.90%)
	oqxA	6 (9.52%)
Class I integron[e]	*int1*	21 (33.33%)

[a] The ESBL-producing enzymes were tested by using combination disk assay of CLSI, 2012

[b]CAZ/CLA: ceftazidime-clavulanic acid, [c]CTX/CLA: cefotaxime-clavulanic acid

[d] PMQR genes and [e]class I integron were amplified using PCR assay

Quinolone is a group of antimicrobials that is also widely used in humans and animals. In this study *E coli* were resistant to ciprofloxacin and enrofloxacin at the same rates of 69.84% (Table 1). Plasmid-mediated quinolone resistance (PMQR) genes cause rapid resistance transfer among *E. coli* and different bacterial species (Strahilevitz *et al*., 2009). Of all isolates, 39 (61.90%) and 6 (9.06%) isolates carried PMQR genes *qnrS* and *oqxA* respectively (Table 2). The DNA sequencing results revealed that the 435-bp fragment of our *qnrS* shared 100% identity to *qnrS1*, the previously reported sequence (Strahilevitz *et al*., 2009). A sequence of this *qnrS1* (435-bp partial fragment) was deposited in Genbank under accession number KU870478. Furthermore, the six positive *oqxA* PCR products were nucleotide sequenced and each yielded a 663-bp fragment that showed 100% identity to the gene that codes for a multidrug efflux-membrane fusion protein type A named OqxA1 (Hansen *et al*., 2005). A partial sequence of *oqxA* gene (663 bp fragment) was deposited in Genbank under the accession number KU870477.

The resistant rates of the other tested antimicrobials were 58.73% fosfomycin, 90.48% oxytetracycline, 71.43% colistin and 84.13% gentamicin. Totally all isolates were resistant to more than 4 tested antimicrobial agents. Furthermore, 21 isolates (33.33%) yielded positive integrase (*intI1*) gene of class 1 integron. Class 1 integron has played a major role in the global dissemination of

antimicrobial resistance. Gene cassette of the integron can carried plenty of AMR genes that can be the same or different antimicrobial groups.

In general, commensal *E. coli* were frequently chosen to investigate antimicrobial resistant profiles as the sentinel bacteria. However some strains of *E. coli* could be pathogen that cause diarrhea in human and animals for examples coli septicemia in piglets and enteric colibacillosis in different ages of pigs. The *E. coli* in this study could be either commensal or pathogenic bacteria because they were isolated from intestinal organs of diarrheal animals. Sick animals were likely to be treated with antimicrobials. Therefore, the resistant rates may higher than *E. coli* isolated from other sources. To perform AMR surveillance, the isolate collection should be considered to show the right situation. Furthermore, investigation of resistant bacterial strains should do continuingly through the long period of time to find out the dynamic of AMR profiles. In Thailand department of livestock prohibits antimicrobial used as growth promoter in food animals and some important antimicrobials for humans are not allow to be used for prophylaxis in food animals including pigs (DLD, 2017). Expectantly the rates of AMR might decrease in the future after the strong collaboration of one health teamwork.

CONCLUSION

E. coli isolated from diarrheal pigs presented high minimum inhibitory concentration of 9 antimicrobials agents and also high resistant rates. The highest resistances were β-lactam agents. One third of the isolates produced ESBL-producing enzymes and the gene *bla*CTX-M and *bla*TEM were found. PMQR genes; *qnrS* and *oqxA*. were presented. AMR profiles of the *E. coli* alerted every stakeholder to concern more on prudent use of antimicrobials in food animals.

ACKNOWLEDGEMENTS

Supaporn Juangphanich and Apasara Worarach were appreciated for technical support.

REFERENCES

Bauernfeind, A., I. Stemplinger, R. Jungwirth, S. Ernst and J.M. Casellas. 1996. Sequences of beta-lactamase genes encoding CTX-M-1 (MEN-1) and CTX-M-2 and relationship of their amino acid sequences with those of other beta-lactamases. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy** 40(2): 509–513.

Carattoli, A., A. Garcia-Fernandez, P. Varesi, D. Fortini, S. Gerardi, A. Penni, C. Mancini and A. Giordano. 2008. Molecular epidemiology of *Escherichia coli* producing extended-spectrum beta-lactamases isolated in Rome, Italy. **Journal of Clinical Microbiology** 46(1): 103–108.

Chaisatit, C., C. Tribuddharat, C. Pulsrikarn and S. Dejsirilert. 2012. Molecular characterization of antibiotic-resistant bacteria in contaminated chicken meat sold at supermarkets in Bangkok, Thailand. **Japanese Journal of Infectious Diseases** 65: 527–534.

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). 2012. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically: approved standard ninth edition M07-A9**. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, USA.

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). 2015. **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: 25th informational supplement (M100-S25)**. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, USA.

Department of Livestock Development (DLD). 2017. **Strict controls on the use of colistin on farms**. February 8, 2017. (In Thai)

Drlica, K., H. Hiasa, R. Kerns, M. Malik, A. Mustaev and X. Zhao. 2009. Quinolones: action and resistance updated. **Current Topics in Medicinal Chemistry** 9: 981–998.

Feng, P., S.D. Weagant, M.A. Grant and W. Burkhardt. 2002. Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria, chap. 4. *In* **"Bacteriological Analytical Manual"** AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

Gay, K., A. Robicsek, J. Strahilevitz, C.H. Park, G. Jacoby,T.J. Barrett, F. Medalla, T.M. Chiller and D.C. Hooper. 2006. Plasmid-mediated quinolone resistance in non-typhi serotypes of *Salmonella enterica*. **Clinical Infectious Disease** 43: 297–304.

Ghaly, T.M., L. Chow, A.J. Asher, L.S. Waldron and M.R. Gillings. 2017. Evolution of class 1 integrons: mobilization and dispersal via food-borne bacteria. **PLoS ONE** 12(6): e0179169

Hansen, L.H., S.J. Sorensen, H.S. Jorgensen and L.B. Jensen. 2005. The prevalence of the oqxAB multidrug efflux pump amongst olaquindox-resistant *Escherichia coli* in pigs. **Microbial Drug Resistance** 11(4): 378–382.

Hooper, D.C. 1999. Mode of action of fluoroquinolones. **Drugs** 58 (Suppl 2): 6.

Laura, C.F., J. Heritage, D.M. Gascoyne-Binzi, P.M. Hawkey, N. todd, I.J. Lewis and C. Bailey. 1995. Molecular epidemiology of ceftazidime resistant *Enterobacteriaceae* from patients on a paediatric oncology ward. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy** 36(1): 65–82.

Levy, S.B. and B. Marshall. 2004. Antibacterial resistance worldwide: causes, challenges and responses. **Nature Medicine** 10: S122.

Liu, M., M.H. Wong and S. Chen. 2013. Molecular characterisation of a multidrug resistance conjugative plasmid from *Vibrio parahaemolyticus*. **International Journal of Antimicrobial Agents** 42(6): 575–579.

Nataro, J.P. and J.B. Kaper. 1998. Diarrheagenic *Escherichia coli*. **Clinical Microbiology Reviews** 11(1): 142–201.

Park, C.H., A. Robicsek, G.A. Jacoby, D. Sahm and D.C. Hooper. 2006. Prevalence in the United States of *aac(6')-Ib-cr* encoding a ciprofloxacin-modifying enzyme. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy** 50(11): 3953–3955.

Richter, S.N., I. Frasson, C. Bergo, R. Manganelli , A. Cavallaro and G. Palu. 2010. Characterisation of *qnr* plasmid-mediated quinolone resistance in *Enterobacteriaceae* from Italy: association of the *qnrB19* allele with the integron element IS*CR1* in *Escherichia coli*. **International Journal of Antimicrobial Agents** 35(6): 578–583.

Strahilevitz, J., G.A. Jacoby, D.C. Hooper and A. Robicsek. 2009. Plasmid-mediated quinolone resistance: a multifaceted threat. **Clinical Microbiology Reviews** 22(4): 664–689.

Veldman, K., L.M. Cavaco, D. Mevius, A. Battisti, A. Franco, N. Botteldoorn, M. Bruneau, A. Perrin-Guyomard ,T. Cerny, C.D.F. Escobar, B. Guerra, A. Schroeter, M. Gutierrez, K. Hopkins, A.L. Myllyniemi, M. Sunde, D. Wasyl and F.M. Aarestrup. 2011. International collaborative study on the occurrence of plasmid-mediated quinolone resistance in *Salmonella enterica* and *Escherichia coli* isolated from animals, humans, food and the environment in 13 European countries. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy** 66(6): 1278–1286.

โรคพิธีโอซิสในม้าในประเทศไทย

Equine pythiosis in Thailand

วัชรพล ปฐมสกุลวงศ์[1] อารีย์ ไหลกุล[2] ศิรินทร์ ธีระวัฒนศิริกุล[3] อรวรรณ ลิ้มศิวิลัย[4]
ชมพูเนกข์ ยุรญาติ[4*] และ ขนิษฐา เพชรอุดมสินสุข[2*]

Watcharapol Pathomsakulwong[1], Aree Laikul[2], Sirin Theerawatanasirikul[3], Orawan Limsivilai[4],
Chompoonek Yurayart[4*] and Kanittha Phetudomsinsuk[2*]

บทคัดย่อ

โรคพิธีโอซิส เป็นโรคที่ก่อความรุนแรงถึงขั้นพิการหรือเสียชีวิต จากการติดเชื้อ *Pythium insidiosum* ทั้งในคนและสัตว์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรายงานกลุ่มตัวอย่างโรคพิธีโอซิสในม้าในประเทศไทย จากม้าถูกวินิจฉัยเบื้องต้นว่าติดเชื้อนี้ จำนวน 29 ตัว ที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ในช่วงปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2561 สามารถยืนยันการเกิดโรคในม้าจำนวน 10 ตัว ซึ่งมีลักษณะทางคลินิกที่เป็นการติดเชื้อที่ผิวหนัง ได้ยืนยันสายพันธุ์ของเชื้อโดยวิธีการถอดลำดับสารพันธุกรรม

ABSTRACT

Pythiosis caused by *Pythium insidiosum*, is a life-threatening infectious disease in both humans and animals. This study aimed to report case series of pythiosis in horses in Thailand. From 29 tentatively diagnosed cases at Kasetsart University Veterinary Teaching Hospital during 2008 to 2018, definative diagnosis of equine cutaneous pythiosis in 10 horses was confirmed by using DNA sequencing.

Key word: Horse, Pythiosis, *Pythium insidiosum*, Equine cutaneous pythiosis

*Corresponding authors; e-mail address: **fvetcny@ku.ac.th**, **fvetktp@ku.ac.th**

[1]บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]The graduate School, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

[2]Department of Large Animal and Wildlife Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140

[3]ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[3]Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900

[4]ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[4]Department of Microbiology and Immunology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

โรคพิธีโอซิส (pythiosis) เป็นโรคติดเชื้อที่เกิดจากจุลชีพที่จัดอยู่ในกลุ่มราน้ำ *Pythium insidiosum* ซึ่งปัจจุบันถูกจำแนกออกจากอาณาจักรเชื้อรา (Kingdom of Fungi) และจัดอยู่ในอาณาจักรเดียวกันกับสาหร่ายและไดอะตอม คือ Kingdom of Chromista หรือ Straminopila และจัดอยู่ในชั้น (Class) Oomycetes, อันดับ (Order) Pythiales, วงศ์ (Family) *Pythiaceae* (Dick, 2001) เชื้อจุลชีพนี้มีการก่อโรครุนแรงในคนและสัตว์ พบการระบาดทั่วโลก แต่พบอุบัติการณ์สูงในเขตประเทศร้อนชื้นและเกี่ยวข้องกับการทำกสิกรรม เนื่องจากแหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อตามธรรมชาติ (natural habitat) ได้แก่ แหล่งน้ำและดินตามธรรมชาติที่มีพืชอาศัยอยู่ เช่น คู คลอง หนอง บึง แม่น้ำ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญทางการเกษตร และเป็นแหล่งที่คนหรือสัตว์มีการสัมผัสและรับเชื้อเข้าสู่ร่างกายได้ โดยระยะที่ติดต่อเข้าสู่ร่างกายของคนและสัตว์ (infective stage) ของจุลชีพนี้คือ zoospore เป็นเซลล์สืบพันธุ์ที่มีหาง 2 เส้น (flagellated zoospore) ที่ช่วยในการเคลื่อนที่และยึดเกาะ เกิดการสร้างท่องอกและสายราชอนไชเข้าสู่เนื้อเยื่ออ่อนหรือบาดแผลชั้นพื้นผิวและบุกรุกสู่เนื้อเยื่อชั้นลึกของโฮสท์ต่อไป เช่น ชั้นใต้ผิวหนัง กล้ามเนื้อ เส้นเอ็น กระดูก อวัยวะภายในช่างคียง หลอดเลือดแดงฝอยและหลอดเลือดแดงใหญ่ จนทำให้เกิดพยาธิสภาพและการสูญเสียอวัยวะหรือชีวิตตามมา (Gaastra *et al*., 2010)

โรคพิธีโอซิส มีการรายงานครั้งแรกในม้าตั้งแต่ปี ค.ศ. 1884 โดยมีการอธิบายถึงวิการและลักษณะทางจุลสัณฐานของเชื้อจุลชีพในตัวอย่างติดเชื้อ แต่ไม่มีการเพาะแยกและระบุเชื้อที่เป็นสาเหตุการก่อโรคได้ (Smith, 1884) และมีรายงานการเกิดรอยโรคคล้ายคลึงกันประปรายในวัวและสุนัข จนสามารถเพาะแยก, จำแนกอนุกรมวิธานและระบุสายพันธุ์ *P. insidiosum* ได้ เมื่อปี 1987(De Cock *et al*., 1987) อย่างไรก็ตาม *P. insidiosum* ได้รับความสนใจอย่างมากตั้งแต่มีพบการติดเชื้อในคนครั้งแรกในปี ค.ศ. 1985 ซึ่งเป็นผู้ป่วยในประเทศไทย (Thianprasit, 1986) หลังจากนั้นก็มีการศึกษากันมากขึ้น มีการรายงานเคสผู้ป่วยและสัตว์ป่วยเพิ่มมากขึ้นจากทั่วโลก ซึ่งเกี่ยวเนื่องจากปัจจัยส่งเสริมหลายด้าน เช่น ภาวะโลกร้อน ภาวะภัยพิบัติต่างๆ เช่นน้ำท่วม การทำกสิกรรมมากขึ้นเพื่อเป็นอาหารของโลก เทคโนโลยีด้านอณูชีววิทยาที่แพร่หลายขึ้นในหลายประเทศที่ห่างไกล เป็นต้น

ม้าเป็นสัตว์สายพันธุ์ที่มีความไวและมีอุบัติการณ์การเกิดโรคพิธีโอซิสมากที่สุด โดยแหล่งระบาดและมีรายงานการเกิดโรคพิธีโอซิสในม้ามากที่สุดในโลกคือ ประเทศบราซิล โดยมีการแสดงที่ชัดเจนคือ การเกิดลักษณะของเชื้อจุลชีพสะสมกันเป็นก้อนแข็งที่เรียกว่า kunker แทรกในเนื้อเยื่อชั้นใต้ผิวหนัง พบมากตามตำแหน่งที่เป็นระยางค์และบริเวณที่มักมีบาดแผลและสัมผัสกับแหล่งน้ำตามธรรมชาติ รอยโรคมักรุนแรงขึ้นหากไม่ได้รับการรักษา จนนำไปสู่การเสียชีวิตของสัตว์และเศรษฐกิจการเลี้ยงม้าในประเทศ (Gaastra *et al*., 2010)

ปัจจุบันประเทศไทยจัดเป็นเขตระบาด (endemic area) และมีการพบผู้ป่วยมากที่สุดในโลก จากการศึกษาของ ธีรพงษ์ กระแจะจันทร์และคณะ ปี ค.ศ. 2006 ทำการรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยโรคพิธีโอซิสในประเทศไทย วิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นความเสี่ยง เช่นอาชีพเกษตรกรรมและโรคธาลัสซีเมีย พยาธิสภาพที่พบมีความรุนแรง เชื้อรุกลามเข้าสู่หลอดเลือดแดงใหญ่ เกิดการอุดตันหลอดเลือด ทำให้อวัยวะขาดเลือดและเกิดเนื้อตาย หากไม่ได้รับการวินิจฉัยที่ถูกต้องและรวดเร็ว เพื่อทำการผ่าตัดกินบริเวณกว้าง เช่น การตัดเหนือเข่า หรือ ใต้สะโพก ทำให้คนไข้เสียชีวิตได้อย่างรวดเร็ว การศึกษาของธีระพงษ์และคณะในครั้งนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับการสาธารณสุขของประเทศและโลกเพื่อให้เกิดความตระหนักแก่บุคลากรทางการแพทย์เพื่อให้วินิจฉัยโรคได้อย่างถูกต้องและ

รวดเร็ว และเป็นข้อมูลเชิงสังคมเพื่อให้เกิดการระวังในกลุ่มประชากรไทยที่มีความเสี่ยงสูงในการติดเชื้อ *P. insidiosum* และยังเป็นจุดริเริ่มงานวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการวินิจฉัยและรักษาโรคต่อไป นอกจากนี้มีการศึกษาการระบาดของเชื้อ *P. insidiosum* ในสิ่งแวดล้อมทางการเกษตรในเขตที่พบผู้ป่วย พบว่า สามารถเพาะแยกเชื้อได้จากแหล่งน้ำกสิกรรม เช่น นาข้าว คู คลอง ชลประทาน ในสัดส่วนที่สูง ซึ่งสนับสนุนข้อมูลเชิงระบาดวิทยาของเชื้อและโรคนี้ในประเทศไทย (Supabandhu *et al.*, 2008) จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งถึงอุบัติการณ์ของโรคพิธีโอซิสในม้าในประเทศไทย ซึ่งมีการเลี้ยงอย่างใกล้ชิดในสิ่งแวดล้อมเดียวกับเกษตรกร อย่างไรก็ตามไม่มีการศึกษาโรคนี้ทางสัตวแพทย์ในประเทศไทยมาก่อนเนื่องจากการขาดความรู้ในการวินิจฉัยโรคและยืนยันเชื้อก่อโรคในอดีต ทำให้สัตว์ป่วยไม่ได้รับการวินิจฉัยอย่างถูกต้องและเสียชีวิตไปจากความรุนแรงของโรค จนกระทั่งในปี ค.ศ. 2018 วลัยพร ตนพิทักษ์และคณะได้มีการรายงานเคสม้าป่วยรายแรกในประเทศ

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ รายงานลักษณะทางคลินิกของโรคพิธีโอซิสในม้าในประเทศไทย และแนวทางการวินิจฉัยโรค ซึ่งจะเป็นข้อมูลทางคลินิกและเชิงระบาดวิทยาแก่สัตวแพทย์และแพทย์ เพื่อให้โรคนี้เป็นที่รู้จักมากขึ้นและสัตว์ป่วยจะมีโอกาสได้รับการวินิจฉัยที่ถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการรักษาและการจัดการโรค

อุปกรณ์และวิธีการ

กลุ่มศึกษา

ม้าป่วยด้วยปัญหาติดเชื้อที่ผิวหนัง ที่แสดงอาการทางคลินิกและรอยโรคคล้ายโรคพิธีโอซิสในม้า ที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ในระเวลา 11 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2561 จำนวน 29 ตัว ได้มีการแบ่งกลุ่มม้าเป็น 2 กลุ่ม ตามช่วงเวลาได้แก่ กลุ่มที่ 1 (จำนวน 19 ตัว) ซึ่งเป็นกลุ่มม้าที่ทำการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2551-2558 ซึ่งเป็นช่วงก่อนการยืนยันเชื้อก่อโรค เนื่องจากยังไม่มีการเก็บตัวอย่างจากสัตว์ป่วยเพื่อทำการวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการแต่มีเพียงข้อมูลประวัติอาการและรอยโรคที่ตรวจพบ และ กลุ่มที่ 2 (จำนวน 10 ตัว) เป็นกลุ่มม้าที่ทำการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2559-2561 ซึ่งมีช่วงที่มีการเก็บตัวอย่างจากสัตว์ป่วยเพื่อทำการวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการร่วมกับอาการทางคลินิกที่สอดคล้อง

การเก็บบันทึกข้อมูลทางคลินิก

ข้อมูลจากบันทึกเวชระเบียนการรักษา ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ พันธุ์ อายุ ผลการตรวจร่างกายก่อนเข้ารับการรักษา อาการของโรคที่พัฒนาขึ้นหลังจากเข้ารับการรักษาโดยทำการเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์ วิธีการวินิจฉัยโรคและการตรวจวินิจฉัยทางคลินิกและห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

การเก็บตัวอย่างเพื่อส่งห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ทำการตัดชิ้นเนื้อที่มีการติดเชื้อ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อและ kunker ด้วยวิธีการที่สะอาดและปนเปื้อนน้อยที่สุด เช่น ระหว่างการผ่าตัดที่ปลอดเชื้อ เก็บตัวอย่างส่งตรวจในภาชนะปลอดเชื้อ โดยมีการเติมน้ำเกลือและยาปฏิชีวนะเพื่อรักษาความชุ่มชื้นและลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย ที่อุณหภูมิห้อง ขนส่งสู่ห้องปฏิบัติการภายใน 24-48 ชั่วโมง

การเพาะแยกเชื้อจากสิ่งส่งตรวจและเพาะเลี้ยงเชื้อให้บริสุทธิ์

ทำการส่องตรวจหาเชื้อก่อโรคโดยตรงในสิ่งส่งตรวจ (direct examination) ด้วยวิธี KOH (20%) preparation และทำการเพาะเชื้อจากชิ้นเนื้อและ kunker ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อรา คือ Sabouraud Dextrose agar (SDA) ที่ผสมยาปฏิชีวนะ chloramphenicol 0.5 g/L บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน โดยสังเกตเชื้อที่ขึ้นทุกวันติดต่อกัน เพื่อเพาะแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ต่อไปบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SDA

ระบุสายพันธุ์เชื้อก่อโรคด้วยเทคนิคทางอณูชีววิทยา

ทำการระบุสายพันธุ์เชื้อก่อโรคจากตัวอย่างเชื้อที่เพาะแยกเชื้อได้อย่างบริสุทธิ์ หรือ จากตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ไม่สามารถเพาะแยกเชื้อได้ ทำการสกัดสารพันธุกรรม (genomic DNA extraction) ของเชื้อและตัวอย่างชิ้นเนื้อด้วยวิธีการดั้งเดิมคือ การบดเชื้อด้วยโกร่งและไนโตรเจนเหลว ทำให้บริสุทธิ์ด้วยการใช้สารเคมี phenol-chloroform-isoamyl alcohol ในสัดส่วน 25-24-1 (v/v/v) เมื่อได้ DNA แล้วทำการเพิ่มจำนวนส่วนยีน (polymerase chain reaction, PCR) ที่มีความสามารถในการระบุสายพันธุ์เชื้อรา ได้แก่ บริเวณ internal transcribed spacer (ITS) region ของ ribosomal DNA ด้วยไพร์เมอร์ ITS1 และ ITS4 ตามวิธีการของ Irinyi และคณะ (Irinyi et al., 2015) จากนั้นทำการถอดลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequencing) ที่ตำแหน่งดังกล่าวด้วยวิธี automated DNA sequencer (Macrogen Inc., Korea) และนำลำดับนิวคลีโอไทด์มาเปรียบเทียบความใกล้เคียงทางพันธุศาสตร์ (nucleotide similarity) กับฐานข้อมูลพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (GenBank) ด้วยโปรแกรม BLASTn (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ข้อมูลพื้นฐานสัตว์ป่วย

ข้อมูลพื้นฐานม้าป่วยจำนวน 29 ตัวที่แสดงอาการทางคลินิกและรอยโรคคล้ายโรคพิธิโอซิส ดังแสดงในตารางที่ 1 สัตว์ป่วยทั้งหมดเป็นม้าเกษตรกรที่มีการเลี้ยงปล่อย มีโอกาสสัมผัสใกล้ชิดกับแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำใช้ทางการเกษตรโดยอิสระ พบการกระจายของม้าป่วย 79.3% (23 ใน 29 ตัว) ตามจังหวัดรอบด้านของโรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ได้แก่ นครปฐม นนทบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี และสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกข้าว พืชไร่ และฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญ ที่เหลืออีก 20.7%(6 ใน 29 ตัว) กระจายอยู่ในจังหวัดต่างๆของประเทศไทย ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี นครราชสีมา นครศรีธรรมราช เพชรบุรี และตรัง เป็นม้าเพศเมียทั้งหมด 24 ตัว (82.7%) เพศผู้ 5 ตัว (17.3%) ม้าที่รอดชีวิตหลังได้รับการรักษามีจำนวน 18 ตัว (62.0%) และเสียชีวิตจำนวน 11 ตัว (38.0%) ค่ากลาง(median) ของอายุม้าที่เกิดโรคอยู่ที่ 6 ปี (ช่วงอายุ 1-12 ปี) อายุที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Dos Santos และคณะ ในปี ค.ศ.2013 ที่ทำการศึกษาในประเทศบราซิลโดยพบว่าม้าที่ติดเชื้อส่วนใหญ่จะเป็นม้าที่มีอายุมากกว่า 1 ปีขึ้นไป อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างของงานวิจัยในครั้งนี้ได้จากม้าที่เข้ารับการรักษา ณ โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสนเท่านั้น จึงทำให้ไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างได้ครบทุกภูมิภาคในประเทศไทย ในงานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาเพิ่มในแง่ของการระบาดในส่วนภูมิภาคอื่นๆเพิ่มเติมโดยปัจจัยที่ควรคำนึงคือ จุดที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ แหล่งน้ำใช้ทางการเกษตร นาหรือที่ลุ่มต่ำในภูมิภาคอื่นของประเทศไทยและควรทำการศึกษาในสัตว์อื่นในประเทศไทยเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน

Table 1 Distribution of cases, area, gender, age (years), and treatment outcome

no.	Year	Province	Gender	age	Outcome
1	2008	Suphanburi	Mare	8	Death
2	2011	Suphanburi	Mare	6	Cured
3	2011	Suphanburi	Mare	1	Cured
4	2012	Chachoengsao	Mare	9	Cured
5	2012	Nonthaburi	Stallion	4	Euthanasia
6	2012	Nakhon Si Thammarat	Mare	2	Cured
7	2012	Chachoengsao	Stallion	2	Euthanasia
8	2013	Ratchaburi	Mare	7	Cured
9	2013	Nakhon pathom	Mare	8	Cured
10	2013	Phetchaburi	Mare	9	Cured
11	2013	Ratchaburi	Mare	6	Cured
12	2013	Nakhon pathom	Mare	4	Death
13	2013	Nakhon pathom	Mare	8	Cured
14	2014	Ratchaburi	Mare	10	Euthanasia
15	2015	Nakhon Ratchasima	Gelding	10	Cured
16	2015	Ratchaburi	Mare	12	Cured
17	2015	Ratchaburi	Mare	4	Death
18	2015	Kanchanaburi	Mare	10	Euthanasia
19	2016	Kanchanaburi	Gelding	6	Cured
20	2016	Nakhon pathom	Mare	4	Euthanasia
21	2016	Kanchanaburi	Mare	3	Cured
22	2017	Ratchaburi	Mare	1	Euthanasia
23	2017	Chachoengsao	Mare	6	Euthanasia
24	2017	Nakhon pathom	Mare	6	Cured
25	2017	Kanchanaburi	Mare	8	Cured
26	2017	Nonthaburi	Mare	2	Cured
27	2017	Ratchaburi	Stallion	6	Cured
28	2017	Trang	Mare	12	Cured
29	2018	Ratchaburi	Mare	4	Euthanasia

ลักษณะทางคลินิก

จากม้า 10 ตัวที่สามารถตรวจยืนยันด้วยเทคนิคทางอณูชีววิทยาพบว่าม้าที่ติดเชื้อพิธิโอซิส มีอาการทางคลินิกและรอยโรคของการติดเชื้อที่ผิวหนัง รอยโรคที่ผิวหนังที่พบมีลักษณะเป็นแผลหลุม มีแผ่นเนื้อตาย ขอบแผลขรุขระ บริเวณขอบแผลมีเนื้อตายสีเหลืองเทาแทรกตัว พบการลุกลามขยายวงกว้างของแผลออกอย่างรวดเร็วกว่าการเกิดแผลของม้าปกติทั่วไป มีสิ่งคัดหลั่งปริมาณมากและมีลักษณะข้นหนืดสีชมพูแดง มีซีรั่มเลือดปนหนอง มีกลิ่นเหม็นคาวเฉพาะตัว พบก้อนแข็งสีเหลืองเทา ผิวสัมผัสหยาบและขรุขระ มีปุ่มนูนสูงต่ำและร่องหยักคล้ายปะการัง หลายขนาด ตรงกับลักษณะ kunker (Figure 1) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่พบในม้าป่วยทุกตัว เกาะแทรกที่ขอบแผลชั้นผิวหนังและใต้ผิวหนัง และ/หรือ ถูกขับออกมาพร้อมกับสิ่งคัดหลั่ง ขนาดรอยโรคที่ผิวหนังจะเริ่มจากก้อนเล็กและพัฒนาจนมีขนาดใหญ่ขึ้นและนูนปูดคล้ายการพัฒนาของเนื้องอก (Tumor-like mass) (Figure 2) นอกจากนี้อาการอื่น ๆ ที่พบร่วมด้วย คือ อาการคันแผลอย่างรุนแรง กัดแผลหรือถูแผลกับคอกจนมีเลือดออกและแผลฉีกขาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในม้าป่วยที่มีวิการเป็นแผลลึก ม้าผอมลง และมีคะแนนร่างกายลดลงตลอดช่วงระยะเวลาของการติดเชื้อ ซึ่งลักษณะรอยโรคที่พบนี้พบในม้ากลุ่มที่ 1 (19 ตัว) ทุกตัวเช่นกัน อย่างไรก็ตามไม่พบวิการและรอยโรคที่หลอดเลือด ซึ่งมีความแตกต่างจากการรายงานในคน (Gaastra *et. al*., 2010)

ลักษณะแผล แบ่งกลุ่มแผลออกได้เป็น 3 แบบ ได้แก่

แผลติดเชื้อในระยะเริ่มต้น พบเป็นก้อนปูด (granuloma) เป็นเนื้อปูด มีสีชมพู นูน ยกตัวขึ้นจากขอบแผลที่ขรุขระ ผิวหน้ามีลักษณะเยิ้ม มีรูเปิดของทางหนอง (fistulous tract) และมี สิ่งคัดหลั่งสีชมพูแดงมีซีรั่มปนหนองร่วมกับเม็ด kunker ขนาดเล็ก (ขนาดประมาณ 5 มม.) พบในกลุ่มของม้าที่อยู่ในระยะเริ่มต้นของการติดเชื้อประมาณ 2-3 สัปดาห์ พบม้า 2 ตัวใน 29 ตัว ที่พบลักษณะแผลติดเชื้อในระยะเริ่มต้นคิดเป็น 6.8% และประสบความสำเร็จในการรักษา 100% เนื่องจากม้าได้รับการวินิจฉัยและการรักษาที่ถูกต้องรวดเร็ว (Figure 2,a)

แผลติดเชื้อระยะเรื้อรัง พบเป็นก้อนแผลปูดที่มีช่องทะลุหลายรูเปิด (multiple sinus tract) ในโพรงหนอง พบการสะสมของ exudate และ kunkers ปริมาณมาก เจ้าของม้ามักจะไม่สามารถระบุเวลาในการเกิดโรคได้อย่างชัดเจน ร่วมกับรูปแบบของการเลี้ยงที่มีการเลี้ยงรวมฝูงขนาดใหญ่ เจ้าของสังเกตพบก็ต่อเมื่อมีแผลพัฒนาไปจนมีขนาดใหญ่ เป็นการติดเชื้อ นานกว่า 1 เดือนขึ้นไป พบม้า 12 ตัวใน 29 ตัว ที่พบลักษณะแผลติดเชื้อในระยะเรื้อรังคิดเป็น 41.4% ประสบความสำเร็จในการรักษา 75% (9 ตัวใน 12 ตัว) การุณยฆาต 2 ตัว และเสียชีวิต 1 ตัว (Figure 2,b)

แผลติดเชื้อระยะเรื้อรังและลุกลามเป็นแผลลึก มีการติดเชื้อลุกลามสู่เนื้อเยื่อเส้นเอ็นและกระดูก ม้ามีอาการเดินกะเผลกหรือไม่สามารถวางขารับน้ำหนัก ส่วนใหญ่เป็นการติดเชื้อ บริเวณตั้งแต่ข้อ fetlock ลงไปจนถึงกีบ แผลที่กีบและข้อไรกีบ มีการปนเปื้อนจากเชื้อจุลชีพอื่น ๆ ได้โดยง่าย พบการลุกลามบาดแผลบริเวณกระดูกแข้งพัฒนาเป็นแผลลึกเช่นเดียวกัน พบม้า 15 ตัวใน 29 ตัว ที่พบลักษณะแผลติดเชื้อในระยะเรื้อรังคิดเป็น 51.8% ประสบความสำเร็จในการรักษา 46.7% (7 ตัวใน 15 ตัว) การุณยฆาต 6 ตัว และเสียชีวิต 2 ตัว (Figure 2,c)



Figure 1 Various sizes and shape of kunkers founded from pythiosis-like lesion



Figure 2 Cutaneous form of pythiosis-like lesion, a; early stage of pythiosis-like lesion with small granuloma and fistula tract , b; chronic stage of pythiosis-like lesion with large granulomatous tissue and multiple sinus tract, c; end stage with tumor-like subcutaneous granuloma

การเพาะแยกเชื้อ ลักษณะโคโลนีและจุลสัณฐานของเชื้อ *P. insidiosum*

ม้าป่วยจำนวน 10 ตัว (ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2561) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้มีการวินิจฉัยด้วยห้องปฏิบัติการ พบว่า มีม้าจำนวน 5 ตัว ที่ได้เก็บตัวอย่างสิ่งส่งตรวจอย่างถูกวิธี คือ นำส่งด้วยอุณหภูมิห้อง ทำให้สามารถเพาะแยกเชื้อจุลชีพได้จากม้าป่วย จำนวน 5 isolate และ ม้าจำนวน 5 ตัว (ปี พ.ศ. 2559-60) ที่เก็บตัวอย่างไม่เหมาะสม คือ การแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส ทำให้เชื้อตายและไม่สามารถเพาะแยกได้ ซึ่งเป็นไปตามการศึกษาของ Grooters และคณะในปีค.ศ. 2002

ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *P. insidiosum* เจริญเติบโตเร็ว พบสายราเส้นเล็กละเอียด สีขาวครีม ค่อนข้างแบนราบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เซนติเมตร ภายใน 24-36 ชั่วโมง และมีการแผ่กระจายเต็มหน้าจานเพาะเชื้อภายใน 3-5 วัน ลักษณะจุลสัณฐานของเชื้อ *P. insidiosum* พบสายราไม่กั้นห้องเป็นส่วนใหญ่และอาจพบการกั้นห้องได้บ้างประปราย และพบถุง vacuole จำนวนมากภายในเซลล์ ไม่พบการสร้างสปอร์หรือเซลล์สืบพันธุ์ของเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ SDA รูปโคโลนีและจุลสัณฐานของเชื้อ *P. insidiosum* แสดงดัง Figure 3a,3b

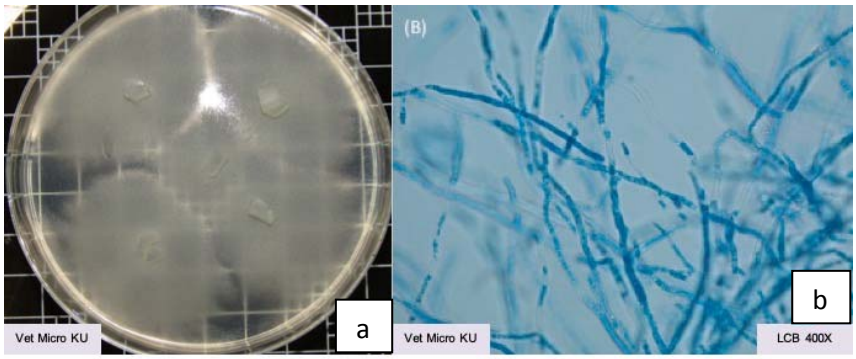


Figure 3 a; Colony of *P. insidiosum* and b; microscopic morphologies of *P. insidiosum* isolated from Thai horses

การระบุสายพันธุ์เชื้อก่อโรคด้วยเทคนิคทางอณูชีววิทยา

ตัวอย่างเชื้อจุลชีพที่เพาะแยกได้จากม้าป่วย จำนวน 5 isolate (จากม้าที่เก็บตัวอย่างถูกวิธี) และตัวอย่างชิ้นเนื้อติดเชื้อจากม้าป่วย 5 ตัวอย่าง (จากม้าที่เก็บตัวอย่างเพาะแยกเชื้อไม่ถูกต้อง) แสดงชิ้นส่วนสารพันธุกรรมจากการทำ PCR ที่ขนาดประมาณ 800 bp และเทียบลำดับของ ITS sequence กับข้อมูลใน GenBank พบว่ามีความตรงกันกับเชื้อ *P. insidiosum* ที่มีการรายงานก่อนหน้าสูง (100% similarity) จึงยืนยันการเกิดโรค Equine pythiosis จากการติดเชื้อ P. insidiosum ในม้าในประเทศไทย จำนวน 10 ตัว

สรุปผล

พบม้าป่วยด้วยโรค Equine cutaneous pythiosis จำนวน 10 ตัว โดยม้าจะแสดงรอยโรคที่ผิวหนัง (Cutaneous form) การวินิจฉัยการติดเชื้อพิธิโอซิสในม้าสามารถใช้รอยโรคที่พบลักษณะก้อนแข็งสีเหลืองเทาคล้ายปะการัง (kunker) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นร่วมกับการยืนยันสายพันธุ์ของเชื้อด้วยวิธีอณูชีววิทยา(การถอดลำดับสารพันธุกรรม) จากตัวอย่างชิ้นเนื้อที่มีเม็ด kunker โดยตรงหรือจากการนำชิ้นเนื้อที่มีรอยโรคมาเพาะแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ก่อน ทั้งนี้การวินิจฉัยโรคอย่างรวดเร็วและถูกต้องจะเพิ่มความสำเร็จต่อการรักษาและช่วยลดอัตราการเสียชีวิตของม้าที่ป่วยได้

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (TRG5880273 และ ม-ว 6.59) และกิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างงานวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการบริการวิชาการทางด้านการสัตวแพทย์เพื่อสังคม ประจำปี พ.ศ.2561 คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอขอบคุณคณะนักวิจัยโรคพิธิโอซิสในคน ศ. นพ. ธีรพงษ์ กระแจะจันทร์ ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ช่วยอนุเคราะห์ชุดทดสอบทางซีรัมวิทยาเพื่อวินิจฉัยโรคพิธิโอซิสและให้คำปรึกษาตลอดการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

De Cock, A.W., Mendoza, L., Padhye, A.A., Ajello, L., Kaufman, L. 1987. Pythium insidiosum sp. nov., the etiologic agent of pythiosis. **J Clin Microbiol** 25: 344-349.

Dick, M.W. 2001. The Pythiales, In: M.W., D. (Ed.) Straminipilous fungi: systemics of the Peronosporomycetes including accounts of the marine straminipilous protist, the plasmodiophorids and similar organisms. **Kluwer Academic Publishers** 151-158.

Dos Santos, C. E., Ubiali, D. G., Pescador, C. A., Zanette, R. A., Santurio, J. M., & Marques, L. C. 2014. Epidemiological survey of equine pythiosis in the Brazilian Pantanal and nearby areas: results of 76 cases. **Journal of Equine Veterinary Science** 34: 270-274.

Gaastra, W., Lipman, L.J., De Cock, A.W., Exel, T.K., Pegge, R.B., Scheurwater, J., Vilela, R., Mendoza, L. 2010. Pythium insidiosum: an overview. **Vet Microbiol** 146: 1-16.

Grooters, A. M., Whittington, A., Lopez, M. K., Boroughs, M. N., & Roy, A. F. 2002. Evaluation of microbial culture techniques for the isolation of Pythium insidiosum from equine tissues. **Journal of veterinary diagnostic investigation** 14: 288-294.

Irinyi, L., Serena, C., Garcia-Hermoso, D., Arabatzis, M., Desnos-Ollivier, M., Vu, D., Cardinali, G., Arthur, I., Normand, A.C., Giraldo, A., da Cunha, K.C., Sandoval-Denis, M., Hendrickx, M., Nishikaku, A.S., de Azevedo Melo, A.S., Merseguel, K.B., Khan, A., Parente Rocha, J.A., Sampaio, P., da Silva Briones, M.R., e Ferreira, R.C., de Medeiros Muniz, M., Castanon-Olivares, L.R., Estrada-Barcenas, D., Cassagne, C., Mary, C., Duan, S.Y., Kong, F., Sun, A.Y., Zeng, X., Zhao, Z., Gantois, N., Botterel, F., Robbertse, B., Schoch, C., Gams, W., Ellis, D., Halliday, C., Chen, S., Sorrell, T.C., Piarroux, R., Colombo, A.L., Pais, C., de Hoog, S., Zancope-Oliveira, R.M., Taylor, M.L., Toriello, C., de Almeida Soares, C.M., Delhaes, L., Stubbe, D., Dromer, F., Ranque, S., Guarro, J., Cano-Lira, J.F., Robert, V., Velegraki, A., Meyer, W. 2015. International Society of Human and Animal Mycology (ISHAM)-ITS reference DNA barcoding database--the quality controlled standard tool for routine identification of human and animal pathogenic fungi. **Med Mycol** 53: 313-337.

Krajaejun, T., Sathapatayavongs, B., Pracharktam, R., Nitiyanant, P., Leelachaikul, P., Wanachiwanawin, W., Chaiprasert, A., Assanasen, P., Saipetch, M., Mootsikapun, P., Chetchotisakd, P., Lekhakula, A., Mitarnun, W., Kalnauwakul, S., Supparatpinyo, K., Chaiwarith, R., Chiewchanvit, S., Tananuvat, N., Srisiri, S., Suankratay, C., Kulwichit, W., Wongsaisuwan, M., Somkaew, S. 2006. Clinical and epidemiological analyses of human pythiosis in Thailand. **Clin Infect Dis** 43: 569-576.

Smith, F. 1884. The Pathology of Bursattee. **The Veterinary Journal and Annals of Comparative Pathology** *19*: 16-17.

Supabandhu, J., Fisher, M.C., Mendoza, L., Vanittanakom, N. 2008. Isolation and identification of the human pathogen Pythium insidiosum from environmental samples collected in Thai agricultural areas. **Med Mycol** 46: 41-52.

Thianprasit, M. 1986. Fungal infection in Thailand. **Jpn J Dermatol** 96: 1343-1345.

Tonpitak, W., Pathomsakulwong, W., Sornklien, C., Krajaejun, T., Wutthiwithayaphong, S. 2018. First confirmed case of nasal pythiosis in a horse in Thailand. **JMM Case Rep** 5: e005136.

Humoral Antibody Responses of Dogs Vaccinated by Anti-tick Vaccine (KU-DOG)

Sathaporn Jittapalapong[1*], Sarawan Kaewmongkol[1], Wuttinun Raksajit[1], Suchanit Ngamkala[1], Eukote Suwan[1], Arkarahpon Aieorattanawadee[1], Worawut Rerkamnuaychoke[2], Athicom Chinon[2], Suchada Choocherd[1], Piangjai Chalermwong[1], Nwai OO Khine[1], Putthita Pradabsook[1], Parinya Phawaphutayanchai[3], Nirut Aiyara[3], Sinsamut Saengo[4], Phatcharatorn Simking[4], Wissanuwat Chimnoi[5] and Roger W. Stich[6]

ABSTRACT

Rhipicephalus sanguineus, a brown dog tick, is the major external parasite of dogs worldwide including Thailand. To control this tick, chemical acaricides are the only method to use. The unwanted effects of acaricides are known as the residues in animals, and environment, drug resistance, and safety to users. The alternative to replace the chemical acaricides was urgently required. In Thailand, an anti-tick vaccine against dog ticks (KU-DOG) has been developed to control ticks in dogs in order to reduce the use of acaricides. The vaccine contains potential recombinant protein antigen such as Ferritin and Subolesin. rFerritin and rSubolesin have been used as antigens in KU-DOG1 and KU-DOG2 vaccine, respectively. Before approaching commercial scale, a pilot vaccine trial has to be tested in the field trial to confirm the antigenicity, efficacy, and stability. In this study, the humoral antibody of dogs immunized by KU-DOG1, and KU-DOG2 vaccine were detected by using indirect enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). A total of 1,046 dogs contain 405 males and 640 females was randomly assigned into 2 groups and was vaccinated by KU-DOG1 (n=518) and KU-DOG2 (n=528). These dogs were examined for health and blood hemogram. The high titer of vaccinated animals was covered 86.71% (450/518) of all tested animals. The mean OD before vaccination was 0.0437±0.011 and after was 0.5291±0.019. The total mean titer KU-DOG1-vaccinated animals was 97.18 significantly higher than of KU-DOG2-vaccinated animals (51.99) ($p<0.00$). No side effect of the vaccine on dogs were found. This result indicated that Ferritin (KU-DOG1) might be chosen as the potential anti-tick vaccine by yielding higher response than KU-DOG2.

Key Words: by Ferritin, KU-DOG1, Subolesin, KU-DOG2, indirect ELISA

*Corresponding author; email address: **fvetspj@ku.ac.th**

[1]Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]Faculty of Veterinary Medicine, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chon Buri 20110

[3]Public Health Veterinary office, Health Department, Bangkok Metropolitan Administration

[4]Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, 12130, Thailand

[5]Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900

[6] College of Veterinary Medicine, University of Missouri, Columbia, MO, USA

INTRODUCTION

It has been demonstrated that host immune responses to Ixodid ticks acquired through either tick infestations or vaccination with tick antigens have severe effects on tick feeding, reproduction and survival (Willadsen, 1980). The mechanisms implicated in the expression of this immunity include antibody, cell mediated immunity and soluble mediators including histamine and complement (Barriga, 1994). Humoral responses have been shown by many investigators to be important in the host defense mechanism (Wikel and Allen, 1976; Ackerman et al. 1981).

A brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*, is a three-host ticks that prevalent in dogs and also found in many animals as well as humans (Jittapalapong et al., 2000a). There were evidences that host immunity against *R. sanguineus* was occured and antibody responses from either infestations or immunization has been developed (Jittapalapong et al., 2000a and b). Therefore, the possibility to develop an anti-tick vaccine against dog ticks is possible.

The ELISA has been extensively used as an immunological tool to investigate the antibody titer in vaccine trials (Canals et al. 1990). ELISA technique was a highly efficient detector of anti-*R.sanguineus* antibodies and this technique is used frequently to investigate serological reactions against other tick antigens (Jittapalapong et al., 2000).

In Thailand, the anti-tick vaccine against dog ticks has been developed based on potential recombinant proteins such as rFerritin, and rSubolesin and these proteins were investigated as the candidates for commercialized vaccines (Kaewmongkol et al., 2015).

In this present study, the objective of this study was to determine and compare the antibody response between KU-DOG1 and KU-DOG2-immunized dogs. The ELISA assay was used to detect humoral antibody responses between these 2 groups.

MATERIAL AND METHOD

1. Animal samples

A total of 1,046 dogs was screened for health and randomly divided into 2 groups for vaccination by KU-DOG1 and KU-DOG2 (Table 1).

Table 1 The details of vaccinated dogs

Sex / weight (kg)	≤ 10	10-15	15-20	20-25	>25	total
Male	29	155	167	23	31	405
Female	104	305	182	37	18	640
total	133	460	349	60	49	1,046

2. **Vaccine preparation**

Antigen preparation

- Recombinant Ferritin (KU-DOG1) and Subolesin (KU-DOG2) protein were prepared by mixing the emulsified antigens with an equal volume of adjuvant (10% Montanide (ISA61VG; Seppic, Paris, France) in mineral oil using an ultra-homogenizer under sterile condition.
- Each 1ml of vaccine was consisted of 100 µg of soluble antigen (in 0.5 ml of PBS) combined with 0.5 ml of adjuvant.

3. **Antibody titer assay**

Indirect ELISA protocol

Coating: 100µl/well at a Ferritin and Subolesin protein concentration of 5µg/ml in coating buffer for 2 hours at 37°C. **Blocking**: Blocking buffer (7g skimmed milk powder in 100 ml of PBS) with 150°C of BB/well. Blocking overnight at 4°C. **Pre-dilution of sera** 1: 50 in BB (3 µl/147 µ of BB) (U plate). **Transfer and dilution of sera**: Place 50µl of BB in each well and add 50µl of serum for a final dilution of 1:100. **Incubation**: 30 min at 37°C with permanent shaking (300rpm). **Washing** x 7 with WB (1 liter of PBS 7.4 + 1 ml Tween 20). **Conjugate diluted 1**: 15,000 in BB add 100µl per well. **Incubation** 30 min at 37°C, permanent shaking. **Substrate:** 100µl/well of TMB. **Incubation** for 30mins. **Reading** the plates at 655nm wavelength.

RESULTS AND DISCUSSION

The high titer of vaccinated animals was covered 86.71% (450/518) of all tested animal. The mean OD before vaccination was 0.0437±0.011 and after was 0.5291±0.019. The total mean titer KU-DOG1-vaccinated animals was 97.18 significantly higher than of KU-DOG2-vaccinated animals (51.99) ($p<0.00$). KU-DOG1 (Ferritin) has shown the high responses in antibody titer as shown in Table 2 and significantly higher than KU-DOG2 (Subolesin). However, the positive titer from KU-DOG2 had a slightly more in dog number.

This result will confirm those 2 recombinant proteins had the potential antigen to use as the anti-tick vaccine for commercial use in the near future.

Humoral factors have been reported to be implicated in host resistance mechanisms against tick infestations. Gill & Luckins (1987) suggested a direct correlation between IgG titers and the degree of resistance.

Table 2 ELISA results of antibodies against KU-DOG1 and KU-DOG2

Type of Vaccine	KU-DOG1	KU-DOG2	Total
The number of tested animals	518	528	1,046
Negative Titer Before Vaccination	398 (77.44%)	428 (80.06%)	826 (78.75%)
Positive Titer After Vaccination	450 (86.71%)	**472 (89.56%)**	922 (88.14%)
Mean titer Before Vaccination	0.0437±0.011	0.0824±0.007	0.0631
Mean titer After Vaccination	**0.5291±0.019**	0.4383±0.023	0.4837
Mean Titer	**97.182**	51.998	P=0.00

The progressive increase in anti-salivary gland IgG antibodies following successive immunizations corresponded with a progressive increase in the level of resistance, suggesting a direct correlation between IgG titers and the degree of resistance. This is an agreement with the observation of Brown et al (1985) who showed that the ability of immune serum to transfer resistance is a function of IgG immunoglobulins. Anti-salivary gland antibodies might contribute to resistance by neutralizing salivary enzymes vital for tick feeding. Since it appears that the brown dog tick completely modulates host immune responses, to identify the candidate vaccine based on humoral response is more promissing. Normally, host resistance might be induced throughout either the cell-mediated mechanism or humoral immune mechanism.

This results were confirmed that both KU-DOG1 and KU-DOG2 were promising as the anti-tick vaccine to control dog ticks. However, the long lasting of vaccine has to be proved in the next trial.

ACKNOWLEDGMENTS

This project was funding by Thailand 4.0 project and we acknowledge the assistance of students from Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, staffs of shelter, caretakers, and veterinarians to help collect blood, restraining, and dogs' record information.

REFERENCES

Ackerman, S., Clare, F. B., McGill, T. W., and Sonenshine, D. E. 1981. Passage of host serum components, including antibody, across the digestive tract of *Dermacentor variabilis* (Say). J. Parasitology 67: 737-740.

Barriga, O. O. 1994. A review on vaccination against protozoa and arthropods of veterinary importance. Veterinary Parasitology: 29-55.

Brown, S., J., and Askenase, P. W., 1985. *Amblyomma americanum*: requirement for hosts Fc receptors in antibody-mediated acquired immune resistance to ticks. Experimental Parasitology 59: 248-256.

Gill, H. S., and Luckins, A. G. 1987. *Hyalomma anatolicum anatolicum*: The role of humoral factors in the acquisition of host resistance. Experimental Parasitology 64: 430-437.

Jittapalapong, S., Stich, R. W., Gordon, J. C., Wittum, T. E., and Barriga, O. O. 2000a. Performance of Female *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) Fed on Dogs Exposed to Multiple Infestations or Immunization with Tick Salivary Gland or Midgut Tissues. Journal of Med. Entomol. 37, 601-611.

Jittapalapong, S.,Stich, R. W., Gordon, J. C., Bremer C. A, and Barriga, O. O. 2000b. Humoral Immune Response in Dogs previously Immunized with Salivary gland, Midgut or Repeated Infestations with *Rhipicephalus sanguineus*. Ann. N.Y. Acad. Sci.916, 283-288

Kaewmongkol, S., Kaewmongkol, G. and Jittapalapong, S. 2015. Molecular cloning and expression of the *ferritin* gene from midgut and salivary glands of brown dog ticks (*Rhipicephalus sanguineus*) in Thailand. J. Trop. Med. Parasitol. 38: 1-8.

Wikel, S. K., and Allen, J. R., 1976. Acquired resistance to ticks. II. Effects of cyclophosphamide on resistance. Immunology 30: 479-484.

Willadsen, P. 1980. Immunity to ticks. Advances in Parasitology 18: 293-313.

สาขาประมง

Subject: Fisheries

ภาคบรรยาย

Oral Presentation



KU
KASETSART
UNIVERSITY

การแพร่กระจายและความหนาแน่นของหอยสองฝาเศรษฐกิจ (หอยแครงลิง และหอยคราง) บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

Distribution and Density of Commercial Bivalves (*Gafrarium tumidum* (Röding, 1798) and *Anadara troscheli* (Dunker, 1882)) Around Ao Khung Kraben, Chanthaburi Province

นิติพัฒน์ บุญส่ง[1*] นภาขวัญ แหวนเพชร[1] จรวย สุขแสงจันทร์[1] และ ธนัสพงษ์ โภควนิช[1]

Nitipat Boonsong[1*], Napakhwan Whanpetch[1] , Charuay Sakhsangchan[1] and Tanuspong Pokavanich[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการแพร่กระจายและความหนาแน่นของหอยสองฝาเศรษฐกิจ 2 ชนิด คือ หอยแครงลิงและหอยคราง โดยวิธีการสำรวจและการสุ่มเก็บตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า หอยแครงลิง มีการแพร่กระจายตลอดทั้ง 4 เดือนคิดเป็นร้อยละ 20.34 ของพื้นที่อ่าวคุ้งกระเบน โดยมีความหนาแน่นเชิงพื้นที่แตกต่างกัน (0.75±0.13 – 45.20±2.61 ตัวต่อตารางเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ความหนาแน่นตามช่วงเวลาไม่มีความแตกต่างกัน (14.01±1.48 – 19.09±2.60 ตัวต่อตารางเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยในเชิงพื้นที่ความหนาแน่นสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำผิวดินในทิศทางลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) หอยคราง มีพื้นที่การแพร่กระจายตลอดทั้ง 4 เดือนคิดเป็นร้อยละ 9.58 ของพื้นที่อ่าวคุ้งกระเบน ความหนาแน่นทั้งเชิงพื้นที่ (0.20±0.11 – 5.50±0.72 ตัวต่อตารางเมตร) และช่วงเวลา (1.17±0.32 – 2.00±0.57 ตัวต่อตารางเมตร) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยในเชิงพื้นที่ความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กับความเค็มในทิศทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ABSTRACT

The objective of this study was to study on the distribution and density of two commercial bivalves *G. tumidum* and *A. troscheli*, by survey and random sampling. The results showed that, *G. tumidum* was spread throughout 4 months accounted for 20.34 percent of Khung Kraben Bay, density in geographical variations (0.75 ± 0.13 - 45.20 ± 2.61 individual/m^2) difference was statistically significant (P <0.05) and density in temporal variations (14.01±1.48 – 19.09±2.60 individual/m^2) was not statistically significant (P >0.05). In geographical variation, density related to surface water temperature in negative direction was statistically significant (P <0.05) *A. troscheli* was spread throughout 4 months accounted for 9.58 percent of Khung Kraben Bay, density in geographical variations (0.20±0.11 – 5.50±0.72 individual/m^2) and temporal variations (1.17±0.32 – 2.00±0.57 individual/m^2) were not statistically significant (P >0.05). In geographical variation, density related to salinity in positive direction was statistically significant. (P <0.05)

Key Words: commercial bivalves, geographical variation, temporal variations, Kung Kraben Bay, Thailand

*Corresponding author; email address: Nitipat_nook@hotmail.com

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Since, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

อ่าวคุ้งกระเบนตั้งอยู่ในเขตตำบลคลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ลักษณะทางกายภาพเป็นอ่าวกึ่งปิด มีเนื้อที่ประมาณ 6,400,000 ตารางเมตร ลักษณะการขึ้นลงของน้ำทะเลเป็นแบบน้ำเดี่ยว น้ำทะเลลงต่ำสุดจนถึงช่วงบริเวณกลางอ่าว เป็นระยะทางห่างจากแนวชายฝั่งประมาณ 800-1,000 เมตร ซึ่งมีความลึกอยู่ในช่วง 0-100 เซนติเมตร บริเวณปากอ่าวเป็นจุดที่น้ำลึกที่สุด โดยในช่วงเดือนตุลาคม – มีนาคม (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) น้ำทะเลจะขึ้นในช่วงเวลากลางวันและลงในเวลากลางคืน ส่วนในช่วงเดือน เมษายน – กันยายน (มรสุมตะวันตกเฉียงใต้) น้ำทะเลจะขึ้นในช่วงเวลากลางคืนและลงในเวลากลางวัน (นพดล, 2547) อ่าวคุ้งกระเบนเมีลักษณะดินตะกอนพื้นทะเลเป็นดินทรายปนเลน (ศักดิ์ชัย และคณะ, 2560) ซึ่งป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของหอยสองฝาเศรษฐกิจโดยเฉพาะหอยคราง *Anadara troscheli* (Dunker, 1882)และ หอยแครงลิง *Gafrarium tumidum* (Röding, 1798) ซึ่งเป็นหอยขนาดกลาง เปลือกหนาหนัก พบได้ทั่วไปบริเวณพื้นทราย หรือฝังตัวในแนวหญ้าทะเล (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2549) และเป็นที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไปในชุมชน ส่งขายโดยรอบภายในจังหวัดจันทบุรี ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอันเกิดจากการพัฒนาต่าง ๆ ได้แก่ การทำนากุ้ง และการเจริญเติบโตของชุมชนโดยรอบทำให้ตะกอนดินพื้นทะเลและระบบนิเวศน์ของอ่าวคุ้งกระเบนเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อลักษณะพื้นตะกอน และคุณภาพน้ำในอ่าวคุ้งกระเบนมีแนวโน้มที่จะเสื่อมโทรมลงเนื่องจากการระบายของเสียและการทิ้งสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้การทำประมงโดยการขุดหอยเพื่อนำไปบริโภคและจำหน่าย ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ทำให้มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของชนิด สภาวะความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์กลุ่มหอยที่มีแนวโน้มที่จะลดลง อีกทั้งพื้นที่ในอ่าวคุ้งกระเบนยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับการแพร่กระจายตามพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของหอยสองฝาที่สำคัญ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาในพื้นที่อ่าวคุ้งกระเบนเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการทรัพยากรหอยสองฝาในพื้นที่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการแพร่กระจายของหอยสองฝาเศรษฐกิจตามช่วงมรสุม บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

ทำการสำรวจด้วยการเดินเก็บข้อมูลและตัวอย่างหอยสองฝาในช่วงเวลาน้ำลงต่ำสุดด้วยการใช้มือ และอุปกรณ์ขุดดินขุดลงไปในดินลึก 10 – 15 เซนติเมตรเพื่อหาการแพร่กระจายของหอยสองฝาทั้งสองชนิด เก็บข้อมูลทั้งหมด 4 ครั้ง ในเดือนกรกฎาคม 2560 ตุลาคม 2560 มกราคม 2561 และพฤษภาคม 2561 แบ่งเป็น 2 ช่วงมรสุมคือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กำหนดแนวการสำรวจออกเป็น 13 แนวสำรวจ ทำการสำรวจโดยการจดบันทึกการแพร่กระจายของหอยสองฝาในแต่ละแนวสำรวจ โดยตั้งฉากกับแนวชายฝั่งออกไปจนกระทั่งถึงแนวน้ำลงต่ำสุด มีทั้งหมด 155 จุดสำรวจ แต่ละจุดห่างกัน 250 เมตร (Figure 1 A) เพื่อหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการแพร่กระจายของหอยแครงลิงและหอยคราง ทำการบันทึกจุดพิกัด แล้วนำจุดพิกัดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดไปสร้างเป็นแผนที่การแพร่กระจายของหอยทั้ง 2 ชนิดในโปรแกรมการสร้างแผนที่สำเร็จรูป

ศึกษาปริมาณความหนาแน่นของหอยสองฝาเศรษฐกิจ บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

จากการเดินสำรวจการแพร่กระจายของหอยสองฝาเบื้องต้นพบว่า มีการแพร่กระจายของหอยสองฝาเศรษฐกิจเฉพาะบริเวณจากขอบแนวชายฝั่งออกไปจนถึงแนวน้ำลงเป็นระยะทางประมาณ 350 เมตร เนื่องจาก

บริเวณนี้มีสภาพเป็นดินทรายปนโคลน ซึ่งเป็นบริเวณที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของหอยสองฝา กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 16 สถานี สุ่มเก็บตัวอย่างหอยแครงลิงและหอยคราง สถานีละ 4 ซ้ำ ในเดือนสิงหาคม 2560 ตุลาคม 2560 ธันวาคม 2560 และเมษายน 2561 เก็บในช่วงเวลาน้ำลงด้วยอุปกรณ์ขุดดิน (Figure 1 B) กรอบสี่เหลี่ยม (quadrat) ขนาด 50 x 50 ตารางเซนติเมตร เก็บตัวอย่างหอยแครงลิง และหอยครางทั้งหมดที่พบในกรอบสี่เหลี่ยม โดยขุดลึกลงไปในดิน 10 – 15 เซนติเมตรแยกชนิด นับจำนวนและบันทึกค่า

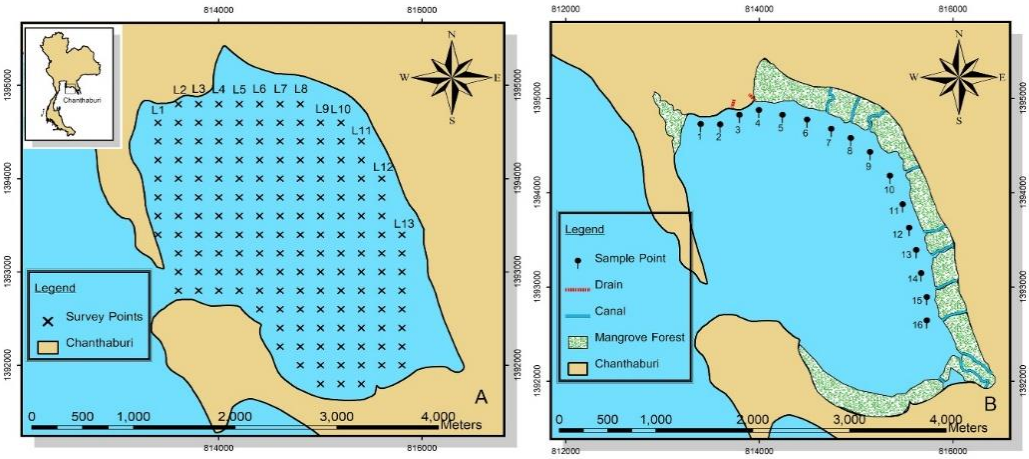


Figure 1 Survey points of bivalves distribution (A) and Location of sampling stations of bivalves density (B) in Kung Kraben Bay, Chanthaburi Province.

ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม

วัดอุณหภูมิน้ำบริเวณผิวดินและอุณหภูมิในดินด้วยเทอร์โมมิเตอร์ และตรวจวัดค่าความเค็มด้วยเครื่องมือมาตรฐาน (YSI Incorporated Model: 85/10 FT) ทั้ง 16 สถานี ในเดือนสิงหาคม 2560 ตุลาคม 2560 ธันวาคม 2560 และเมษายน 2561 โดยเก็บข้อมูลพร้อมกันกับการศึกษาปริมาณความหนาแน่นของหอยสองฝา จดบันทึกค่าที่ได้

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการแพร่กระจายของหอยสองฝาเศรษฐกิจตามช่วงมรสุม บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

จากการสำรวจการแพร่กระจายของหอยแครงลิง (*G. tumidum* (Röding, 1798)) พบว่ามีการแพร่กระจายตลอดทั้ง 4 เดือนเป็นพื้นที่ทั้งหมดเท่ากับ 1,301,875 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 20.34 ของพื้นที่อ่าวคุ้งกระเบน ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าการแพร่กระจายของหอยแครงลิงในเดือนตุลาคม 2560 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ 1,017,905 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 15.90 ของพื้นที่ และเดือนมกราคม 2561 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ 1,083,921 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 16.94 ของพื้นที่ ส่วนมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าการแพร่กระจายของหอยแครงลิงในเดือนกรกฎาคม 2560 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ 1,050,345 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 16.41 ของพื้นที่ และเดือนพฤษภาคม 2561 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ 851,390 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.30 ของพื้นที่ (Figure 2)

การแพร่กระจายของหอยคราง (*A. troscheli* (Dunker, 1882)) พบว่ามีการแพร่กระจายตลอดทั้ง 4 เดือน คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมดเท่ากับ 612,977 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 9.58 ของพื้นที่อ่าวคุ้งกระเบน ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าการแพร่กระจายของหอยครางในเดือนตุลาคม 2560 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ

284,351 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.44 ของพื้นที่ และเดือนมกราคม 2561 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ 486,542 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 7.60 ของพื้นที่ ส่วนมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าการแพร่กระจายของหอยครางในเดือนกรกฎาคม 2560 มีการแพร่กระจายเพียงเล็กน้อยพบสถานีละ 1 – 2 ตัวกระจายอยู่บริเวณทางตอนบน ใต้ และตะวันออกของอ่าว และเดือนพฤษภาคม 2561 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ 196,938 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.08 ของพื้นที่ (Figure 3)

การแพร่กระจายของหอยสองฝาทั้งสองชนิด พบว่า มีการแพร่กระจายห่างจากแนวป่าชายเลนประมาณ 2 เมตร และมีพื้นที่การแพร่กระจายห่างจากแนวชายฝั่งเป็นระยะทางประมาณ 350 เมตร ส่วนบริเวณอื่น ๆ นอกจากพื้นที่แพร่กระจายจะไม่พบหอยสองฝา

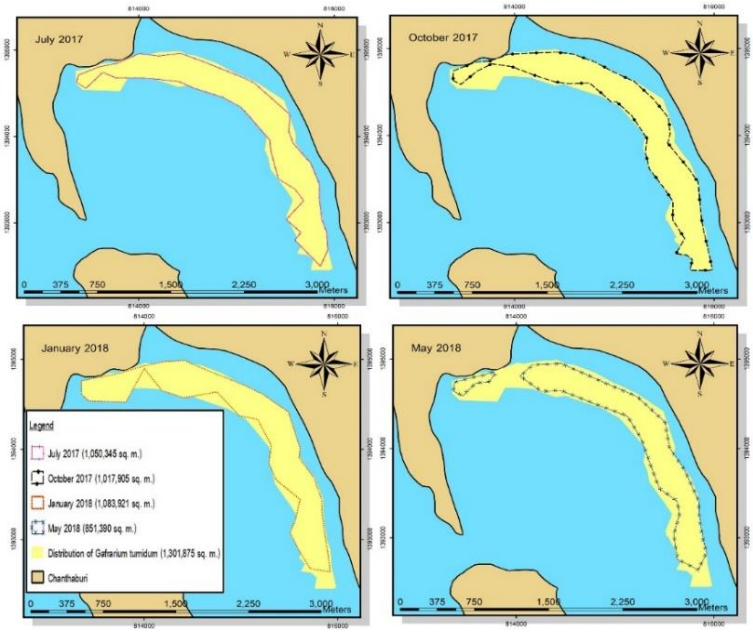


Figure 2 Comparative map: The distribution of *G. tumidum* in different months (July 2017, October 2017, January 2018 and May 2018) in Kung Kraben Bay, Chanthaburi Province.

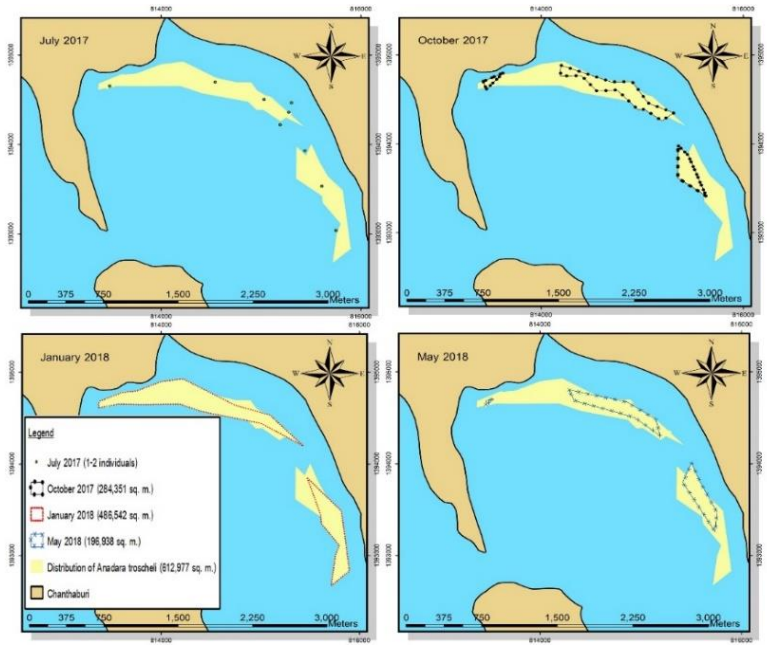


Figure 3 Comparative map: The distribution of *A. troscheli* in different months (July 2017, October 2017, January 2018 and May 2018) in Kung Kraben Bay, Chanthaburi Province.

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความหนาแน่นของหอยสองฝาเศรษฐกิจเชิงพื้นที่และเวลา บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี

จากการศึกษาความหนาแน่นของหอยสองฝาเศรษฐกิจทั้งเชิงพื้นที่และเวลา โดยเชิงพื้นที่จะแบ่งออกเป็น 16 สถานี และเชิงเวลา แบ่งออกเป็น 2 ช่วงมรสุมคือ ช่วงเดือนตุลาคม – มีนาคม (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) และช่วงเดือน เมษายน – กันยายน (มรสุมตะวันตกเฉียงใต้)

ผลการศึกษาความหนาแน่นของหอยแครงลิง (*G. tumidum* (Röding, 1798)) พบว่า มีความหนาแน่นเชิงพื้นที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยหอยแครงลิงจะมีความหนาแน่นสูงในบริเวณสถานีที่ 6 7 และ8 เท่ากับ 30.45±3.86 34.15±3.82 และ 45.20±2.61 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ และมีความหนาแน่นต่ำในบริเวณ 2 9 และ11 โดยมีความหนาแน่นเท่ากับ 4.90±0.86 8.25±1.48 และ 6.50±1.38 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบหอยแครงลิงมีความหนาแน่นในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (19.09±2.60 ตัวต่อตารางเมตร) สูงกว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (14.01±1.48 ตัวต่อตารางเมตร) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (Figure 4)

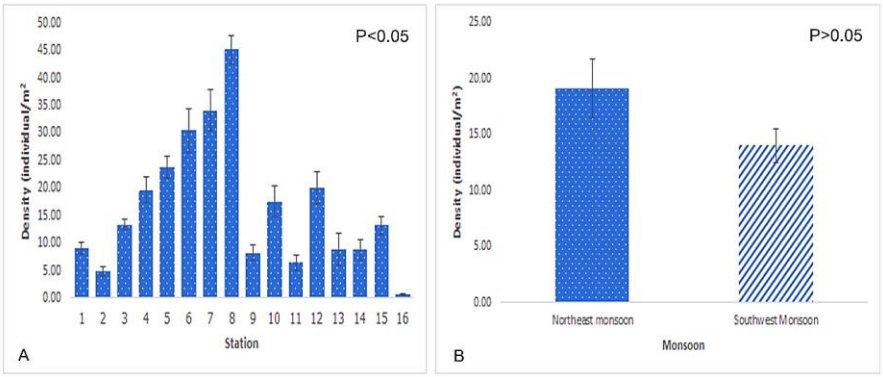


Figure 4 Comparison on average density of *G. tumidum* in the study area. A: Different in station, B: Different in Monsoon.

ผลการศึกษาความหนาแน่นของหอยคราง (*A. troscheli* (Dunker, 1882)) พบว่า มีความหนาแน่นเชิงพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยหอยครางจะมีความหนาแน่นสูงในบริเวณสถานีที่ 9 10 และ12 เท่ากับ 5.50±0.72 3.20±0.76 และ 2.25±0.63 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ และมีความหนาแน่นต่ำในบริเวณ 1 15 และ16 โดยมีความหนาแน่นเท่ากับ 0.25±0.13 0 และ 0 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าหอยครางมีความหนาแน่นในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (2.00±0.57 ตัวต่อตารางเมตร) สูงกว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (1.17±0.32 ตัวต่อตารางเมตร) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (Figure 5)

ข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่

จากผลการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมพบว่า อุณภูมิในดินอยู่ในช่วง 28.38±4.03 - 30.13±2.78 °C อุณภูมิน้ำทะเลบริเวณผิวดินอยู่ในช่วง 26.75±1.77 - 34.50±0.71 °C และความเค็มอยู่ในช่วง 17.00±6.16 - 29.80±2.06 PSU (Table 1)

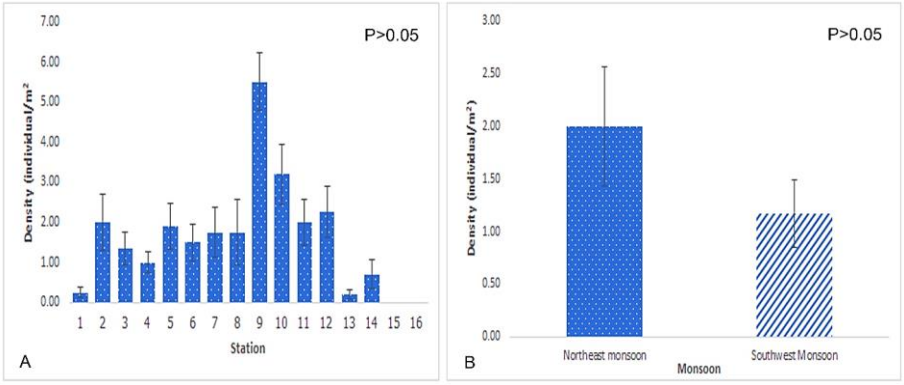


Figure 5 Comparison on average density of *A. troscheli* in the study area. A: Different in station, B: Different in Monsoon.

Table 1 The environmental factors data in the study area

	Temperature (Sediment) (°C)					Temperature (Water) (°C)					Salinity (PSU)				
station	1*	2*	3*	4*	Mean ± S.D.	1*	2*	3*	4*	Mean ± S.D.	1*	2*	3*	4*	Mean ± S.D
1	31.0	29.0	27.0	33.5	30.13±2.8	30.5	-	-	33.5	32.00±2.1	21.4	22.0	28.6	26.7	24.68±3.5
2	30.0	29.0	26.0	34.0	29.75±3.3	32.0	-	-	34.0	33.00±1.4	13.4	19.0	29.8	29.6	22.95±8.1
3	31.0	29.0	26.0	34.0	30.00±3.4	34.0	-	-	35.0	34.50±0.7	22.1	19.0	28.7	30.3	25.03±5.4
4	31.0	29.0	25.0	34.0	29.75±3.8	32.0	-	-	36.0	34.00±2.8	11.7	22.0	28.8	29.4	22.98±8.2
5	31.0	29.0	25.0	34.0	29.75±3.8	-	29.0	26.0	-	27.50±2.1	17.9	31.0	12.6	29.5	22.75±8.9
6	31.0	29.0	26.0	34.0	30.00±3.4	-	29.0	25.0	-	27.00±2.8	24.6	21.0	29.0	30.5	26.28±4.3
7	30.0	29.0	25.0	34.0	29.50±3.7	-	29.5	25.0	-	27.25±3.1	13.6	20.0	29.3	29.7	23.15±7.8
8	29.0	29.0	25.5	34.0	29.38±3.5	-	28.0	25.5	-	26.75±1.7	23.6	16.0	11.4	-	17.00±6.2
9	32.0	28.0	25.0	35.0	30.00±4.4	32.0	29.0	-	-	30.50±2.1	26.9	31.0	29.8	31.5	29.80±2.1
10	31.0	28.0	26.0	33.0	29.50±3.1	33.0	28.0	-	-	30.50±3.5	15.5	31.0	12.1	30.2	22.20±9.8
11	31.0	29.0	26.0	33.0	29.75±3.0	30.0	28.0	-	-	29.00±1.4	12.6	29.0	30.0	30.0	25.40±8.5
12	30.0	29.0	26.0	33.0	29.50±2.9	29.0	27.0	-	-	28.00±1.4	15.7	29.0	29.0	30.4	26.03±6.9
13	31.0	27.0	24.0	34.0	29.00±4.4	32.0	28.0	22.5	35.0	29.38±5.4	15.5	17.0	30.6	11.8	18.73±8.2
14	28.0	27.0	24.5	34.0	28.38±4.0	32.0	28.0	23.5	34.0	29.38±4.6	18.8	26.0	29.7	30.7	26.30±5.4
15	30.0	28.0	25.0	34.0	29.25±3.8	31.0	28.0	24.5	35.0	29.63±4.5	12.7	26.0	28.6	11.5	19.70±8.9
16	31.0	29.0	25.0	35.0	30.00±4.2	30.0	28.0	24.5	35.0	29.38±4.4	18.3	20.0	28.5	13.9	20.18±6.1

1*. August 2017 ,2*. October 2017 ,3*. December 2017 ,4*. April 2018 ,-. No Information

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของหอยเศรษฐกิจกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่ พบว่า หอยแครงลิง *G. tumidum* (Röding, 1798) มีความหนาแน่นสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำบริเวณผิวดิน (Temperature (Water)) ในทิศทางลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) หมายความว่า ถ้าอุณหภูมิน้ำบริเวณผิวดินสูงขึ้น จำนวนหอยแครงลิงจะลดน้อยลง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างหอยแครงลิงกับอุณหภูมิในดิน (Temperature (Sediment)) และความเค็ม (Salinity) พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 2)

Table 2 Relationships between density and environmental factors of *G. tumidum*

	Correlation	Temp.(sediment)	Temp.(Water)	Salinity
Density	Pearson Correlation	-0.053	-0.532*	-0.257
	Sig. (2-tailed)	0.847	0.034	0.336

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

หอยคราง *A. troscheli* (Dunker, 1882) พบว่า ความหนาแน่นสัมพันธ์กับความเค็ม (Salinity) ในทิศทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) หมายความว่า ถ้าค่าความเค็มสูงขึ้น จำนวนหอยครางจะเพิ่มมากขึ้น ส่วนความสัมพันธ์อุณหภูมิในดิน (Temperature (Sediment)) กับอุณหภูมิน้ำบริเวณผิวดิน (Temperature (Water)) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 3)

Table 3 Relationships between density and environmental factors of *A. troscheli*

	Correlation	Temp.(sediment)	Temp.(Water)	Salinity
Density	Pearson Correlation	0.252	-0.046	0.542*
	Sig. (2-tailed)	0.346	0.865	0.030

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

จากผลการสำรวจการแพร่กระจาย และความหนาแน่นของหอยแครงลิง และหอยครางพบว่า การแพร่กระจาย และความหนาแน่นในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะสูงกว่าในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าการแพร่กระจายของหอยแครงลิงในเดือนตุลาคม 2560 มีพื้นที่แพร่กระจายใกล้เคียงกับการแพร่กระจายในเดือนมกราคม 2561 เช่นเดียวกับหอยคราง มีการแพร่กระจายในเดือนตุลาคม 2560 และเดือนมกราคม 2561 ใกล้เคียงกัน เนื่องมาจากน้ำทะเลที่ลงต่ำสุดในช่วงเวลากลางคืน หอยทั้งสองชนิดจะไม่ถูกรบกวนจากชาวประมงที่มาเก็บ เพราะมองเห็นหอยได้ยากและอาจเป็นอันตรายจากสัตว์มีพิษ จึงเป็นช่วงเวลาเหมาะสมแก่การฟื้นตัวของหอยทั้งสองชนิด ส่วนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าการแพร่กระจายของหอยแครงลิงในเดือนกรกฎาคม 2560 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ 1,050,345 ตารางเมตร และเดือนพฤษภาคม 2561 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ 851,390 ตารางเมตร ส่วนหอยคราง มีการแพร่กระจายในเดือนกรกฎาคม 2560 อยู่บริเวณทางตอนบน, ใต้ และตะวันออกของอ่าว และเดือนพฤษภาคม 2561 มีพื้นที่แพร่กระจายเท่ากับ 196,938 ตารางเมตร ซึ่งมีพื้นที่น้อยกว่าในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องมาจากน้ำทะเลจะลงต่ำสุดในเวลากลางวัน เป็นช่วงที่เหมาะสมแก่การทำประมงทำให้ชาวประมงนิยมมาขุดหอยในช่วงเวลานี้ เพราะมองเห็นหอยได้ง่าย มีช่วงเวลาของการเก็บหอยนาน และไม่เป็นอันตรายจากสัตว์มีพิษ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน (2549) รายงานว่าชาวบ้านนิยมเก็บสัตว์น้ำในช่วงน้ำลงต่ำสุดในตอนกลางวัน ทำให้การแพร่กระจายของหอยทั้งสองชนิดลดน้อยลง และจากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้นพบว่า การแพร่กระจายของหอยสองชนิดนี้ลดน้อยลง น่าจะเป็นผลมาจากการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลน เมื่อป่าชายเลนที่เป็นแนวกั้นลดน้อยลงตะกอนดินที่เกิดมาจากการสร้างบ่อนากุ้งใหม่ถูกพัดพาเข้าสู่พื้นที่อ่าวคุ้งกระเบนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของตะกอนดินจากดินทรายปนเลนที่เหมาะสมแก่การอยู่อาศัยของหอยทั้งสองชนิดกลายเป็นดินที่มีปริมาณโคลนเลนสูงขึ้น สอดคล้องกับสุเมธ (2559) กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนร่วมกับการทำประมงส่งผลในระยะยาวต่อการลดลงของประชากรหอยแครงที่โตเต็มวัยและปริมาณลูกหอย นอกจากนี้การไหลเวียนของน้ำจืดและน้ำเสียลงสู่อ่าวคุ้งกระเบนในปริมาณที่มากขึ้นอาจทำให้การแพร่กระจายและความหนาแน่นของหอยทั้งสองชนิดลดน้อยลงไปอีกด้วย ซึ่งควรศึกษาผลกระทบต่อไปในอนาคต

และจากผลการศึกษาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างความหนาแน่นและปัจจัยสิ่งแวดล้อมพบว่า หอยสองฝามีความสัมพันธ์กับความเค็ม และอุณหภูมิน้ำผิวดินโดยมีความสัมพันธ์กัน ทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ ซึ่ง

สอดคล้องกับงานวิจัยในหอยชนิดอื่น ที่ปัจจัยอุณหภูมิ และความเค็มมีผลต่อการแพร่กระจายของหอยสองฝา (Takeshi ,2008)

สรุป

หอยแครงลิง และหอยครางมีพื้นที่การแพร่กระจายตลอดทั้ง 4 เดือนคิดเป็นร้อยละ 20.34 และ 9.58 ของพื้นที่อ่าวคุ้งกระเบนตามลำดับ โดยทั้งสองชนิดมีการแพร่กระจายช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะสูงกว่าในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งหอยแครงลิงมีปริมาณความหนาแน่น แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ (สถานี) แต่หอยครางมีปริมาณความหนาแน่น ไม่แตกต่างกัน ส่วนปริมาณความหนาแน่นของหอยทั้งสองชนิดในช่วงมรสุมพบว่า ไม่แตกต่างกัน หอยแครงลิงมีความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ระหว่างอุณภูมิน้ำผิวดินกับความหนาแน่นในทิศทางลบ แต่ความเค็มและอุณหภูมิในดินไม่มีความสัมพันธ์กัน ส่วนหอยครางมีความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ระหว่างความเค็มกับความหนาแน่นในทิศทางบวก แต่อุณภูมิน้ำผิวดินกับอุณหภูมิในดินไม่มีความสัมพันธ์กัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนการวิจัยแผนงานเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ตามทิศทางยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม: ประเภทบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2562 และขอขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เอกสารอ้างอิง

นพดล ค้าขาย. 2547. **โครงสร้างสังคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศักดิ์ชัย กรรมารางกูร, วรุฒ คงสงด้วง, กุลมโนชน์ กาญจนาภรณ์, นภาขวัญ แหวนเพชร และจิตติมา อายุตตะกะ. 2560. **สมบัติของดินตะกอนบริเวณแหล่งหญ้าทะเล อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งและป่าชายเลน. 2549. **คู่มือสัตว์ในแหล่งหญ้าทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามัน**, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. 242 หน้า.

สุเมธ แก้วน้อย, ธีระพงศ์ ด้วงดี และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2559. **ผลของการปักไม้ไผ่ชะลอคลื่นต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครง** *Anadara granosa* (Linnaeus, 1758) **ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Takeshi Tomiyama, Nobuhiro Komizunai, Tatsuya Shirase, Kinuko Ito and Michio Omori. 2008. **Spatial intertidal distribution of bivalves and polychaetes in relation to environmental conditions in the Natori River estuary, Japan**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 80 (2008), pp. 243-250

Temporal Variation of the Decapod and Stomatopod larvae in the Bangpakong Estuary, The Gulf of Thailand

Pailin Jitchum[1*], Monthira Tongman[1] and Santi Poungchareon[1]

ABSTRACT

Temporal variation of decapod and stomatopod larvae was studied around the Bangpakong estuary in an annual cycle. They express as a main constitution of the economic fishery resources in this area. Samples were collected horizontally with a 330 μm mesh size larvae net by monthly from November 2014 to October 2015. Total of 1 stomatopod and 6 decapod larvae stages were recorded with the highest abundance (70 x 10^3 ind. m^{-3}) in January and the lowest value (4.2x 10^3 ind.m^{-3}) was reported in September. Brachyura zoea was the most abundance group with the comprising as 96.2 % to the total abundance. Meanwhile, the minor remaining groups (3.8%) showed in scarcely occurrence such as Dendrobrachiata shrimp. Moreover, the decapod and stomatopod larvae still remain in water column throughout the year. So, they showed the continuous reproduction that the first stages occurred and recruited in this estuary. Finally, the temporal variation was clearly differed in abundance (p=0.002) but no differed in term of the dominant group of larvae. The post monsoon season (November – April) was average abundance (36.65 ± 20.3 x 10^3 ind. $m^{-3,}$), trended to higher value than the during monsoon season (May – October) was 18.4 ± 14.6 x 10^3 ind. m^{-3}. The environmental parameters such as salinity, transparency and food sources were the key factors for the survival of larvae. In addition, Brachyura zoea was the most dominant group so it was a high tolerance and better responded to environmental changes than the other remaining. For better understanding and successful management in term of a pelagic food supply, they should expand in the detail of decapod species level.

Key words: Decapod larvae, Stomatopod larvae, Temporal variation, Bangpakong Estuary

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

[1] Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, 10900

INTRODUCTION

The meroplanktonic larvae constitute an important group of the commercial microzooplankton in the estuarine ecosystem, especially the stomatopod and decapod larvae. They are a key component of the neritic fishery resources and also could reflex to the enrichment of the ecosystem. Moreover, the larval stages are the critical stage that expose to the high mortality rate and rapidly respond to the environmental changes (Lindley, 1998; González-Gordillo and Rodríguez, 2003; Pochelon *et al*., 2017). So, the limiting factors in environmental parameters directly affect to the larval development, distribution and successful reproduction of many benthic crustacean species (Anker, 2001). The larval development grows rapidly at the high-water temperature level especially in the tropical zone. So, the duration of the pelagic phase of the crustacean larvae is shorter time than the species in the colder area. In addition, the majority of high latitudinal decapod species have no free larval stages. They do attach to the pleopods of the females and also make the direct development for reducing the mass mortality in the natural habitat (Abele, 1982; Lindley, 1998). Moreover, the primary production, food sources, water temperature, salinity, transparency and predators could influence on the decapod larval mortality and recruitment in the pelagic ecosystem (Koettker and Freire, 2006; Hameed *et al*., 2018).

The Bangpakong estuary situates in the coastal zone of the inner Gulf of Thailand. The tidal regime is semidiurnal and the mean tidal range 1-2 meters. This area is the well mixing of water column in the river mouth area. It establishes as the high biodiversity and high productivity of the natural resources (Department of Marine and Coastal Resources, 2005). The combination of the freshwater, brackish water and marine are the enrichment nursing area that show in the high fish larvae diversity (Duangdee, 2003; Lua-Aroon *et al*., 2016). Moreover, the economic meroplanktonic larvae were recorded in this area such as the penaeid shrimp, mantis shrimp, crab, mussel and fish larvae (Tongman *et al*., 2016). Anyway, there is poor information on the species composition and abundance of decapod larvae that lead to the lack of the detailed describing the recruitment of the commercial food supply. It could not explain and regulate in the coastal sustainable management and also the commercial fishery resources and environmental conservation. Finally, the suitable habitat and water purification by a mangrove forest lead to the better successful recruitment in this estuary.

This study aims to describe the temporal variation of the stomatopod and decapod larvae in terms of composition and abundance with the environmental parameters around the Bangpakong river mouth. Moreover, the different land usages around the river mouth were observed that might influence to the larval abundance in an annual cycle.

MATERIALS AND METHODS

Bangpakong Estuary is a part of the inner Gulf of Thailand (Lat. 1489000-1490000 N, Long. 712000-716000 E) where the mangrove forests are cover around the river mouth. The upper zone is used in many activities such as community habitat, industrial plants and agricultural farms. The sampling stations were selected in 8 stations along the main river from the upper zone to seaward (Figure 1). The land usage of eight stations were shown in Table 1. The sampling was carried out monthly from November 2014 - October 2015. Zooplankton samples were collected during the low tide in day time to assess maximum larvae from the estuary. The horizontal haul was applied by a 330 μm in mesh sized plankton net with 50 cm. in mouth diameter that equipped with a flow meter. Samples were preserved with 10% buffered formalin solution (Duangdee, 2003; Lua-Aroon *et al*., 2016).

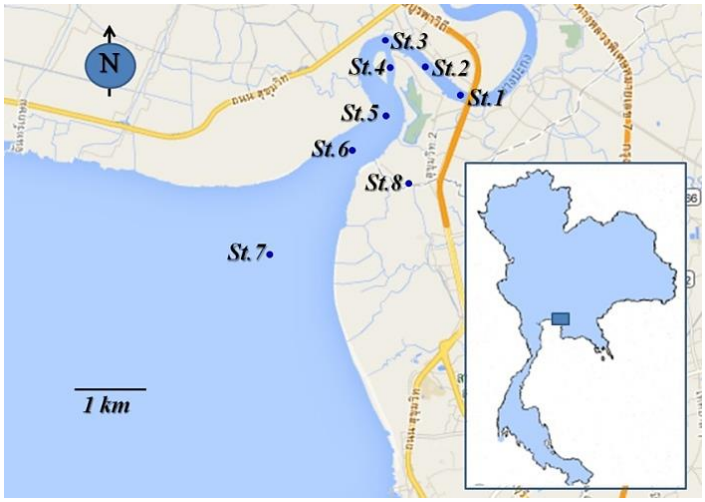


Figure 1 The sampling station along the main Bangpakong River, The Gulf of Thailand.

The stomatopod and decapod larvae were identified and enumerated under the stereo-microscope also they were classified to infra order level. The identification key was Weiss (2017). Number of larvae was expressed as individuals x 10^3 m^{-3}. The environmental parameters such as water temperature (°C), salinity (ppt), pH and transparency (cm) were measured in situ and reported by Juntawee *et al*., 2016. The Analysis of Variance (one-way ANOVA) was used to investigate whether the variation in environmental parameters affected to dominant group and abundance of larvae across the annual cycle. Abundances were log transformed (log (x+1)) when variance was significantly differences (Zar, 1996).

Table 1 Sampling station locations along the Bangpakong River

Station	Point (UTM)		Area used
	E	N	
1	716563	1491898	Industrial plants
2	716041	1492423	Oil and gasoline port / fish cages
3	714509	1493357	Fishery port / fisherman villages
4	713971	1492783	Industrial plants / fish cages
5	714633	1492805	Mangrove forest / fish cages
6	714228	1490951	Mangrove forest
7	712556	1489115	Main river mouth
8	714307	1489721	Mangrove forest / fisherman villages

RESULTS AND DISCUSSION

Seasonal changes of the environmental parameters show in Figure 2. They showed low variation values between 8 stations (Juntawee *et al.*, 2016). The annual average values of water temperature, salinity, pH and transparency were 30.7 ± 2.2 °C, 21 ± 10.2 ppt, 7.7 ± 0.4 and 43 ± 21 cm, respectively. Moreover, water temperature showed the dramatic decreasing trend in December to February. Salinity was recorded in the sharp declined trend during September to October. But pH value varied in narrow range in the annual cycle. Meanwhile, transparency showed the lower level in 2 periods during April to July and September to October. That means the turbid of water column was high from the rainfall runoff period. Moreover, the high runoff volume affected directly to the environmental changes clarify in salinity and transparency values during in late monsoon season. In addition, the allochthonous nutrients were added up in the downstream of the river that effected directly to the phytoplankton bloom phenomenon (Juntawee *et al.*, 2016).

A total number of 1 stomatopod and 6 groups of decapod larvae were recorded during the annual cycle. Most of them could not be classified to species level because of the lack of identification key for the larval stages and no detailed study was reported in this estuary. The highest abundance (70.14×10^3 ind. m^{-3}) was reported in January and the lowest value (4.24×10^3 ind.m^{-3}) was reported in September. A seasonal abundance was clear differences for month ($p=0.0025$) but no differed in terms of stations and dominant groups of larvae. So, the abundance data was pooled in 8 stations and established as an average value.

The result showed Brachyura zoea was significantly higher abundance value than the others. It dominated from 96.2 % of the total abundance of larvae with the average value was $26.4 \pm 19.3 \times 10^3$ ind.m^{-3}. Abundance varied from 4.2×10^3 ind.m^{-3} in September to 69.5×10^3 ind.m^{-3} in January. Followed

by Dendrobrachiata shrimps showed the second most abundance group. The average value was 0.44 ± 0.31 x 10^3 ind.m^{-3}, comprising only 1.6% to the total abundance. The minor remaining groups were Alima larva, Brachyura megalopa, Caridean zoea, Pagurid zoea and Porcellanid zoea that comprised of 0.13 ± 0.25, 0.2 ± 0.33, 0.2 ± 0.27, 0.05 ± 0.07 and 0.03 ± 0.04 x 10^3 ind.m^{-3}, respectively (Table 2)

The economic groups were recorded in adult stages in the Bangpakong estuary such as crabs, penaeid shrimps, *Penaeus* and *Metapenaeus*, mantis shrimps and *Macrobrachium* species or freshwater prawn that dominated in June. Beside the other groups were no economic value such as hermit crab, ghost crab and peanut crab. Contrastingly, these groups were scarcely recorded or absent during the annual cycle. Most of them are known as the brackish aquatic resources. Meanwhile, the pelagic decapod species, *Acetes* and *Lucifer*, were mainly represented in high density values during the post monsoon season or dry season expressed in higher value than the monsoon season. Another minor pelagic shrimp was scarcely recorded such as opossum shrimp, *Mesopodopsis*, was known as the fishery resource in this area (Department of Marine and Coastal Resources, 2005; Sawangarreruks *et al.*, 2006; Monthira *et al.*, 2016).

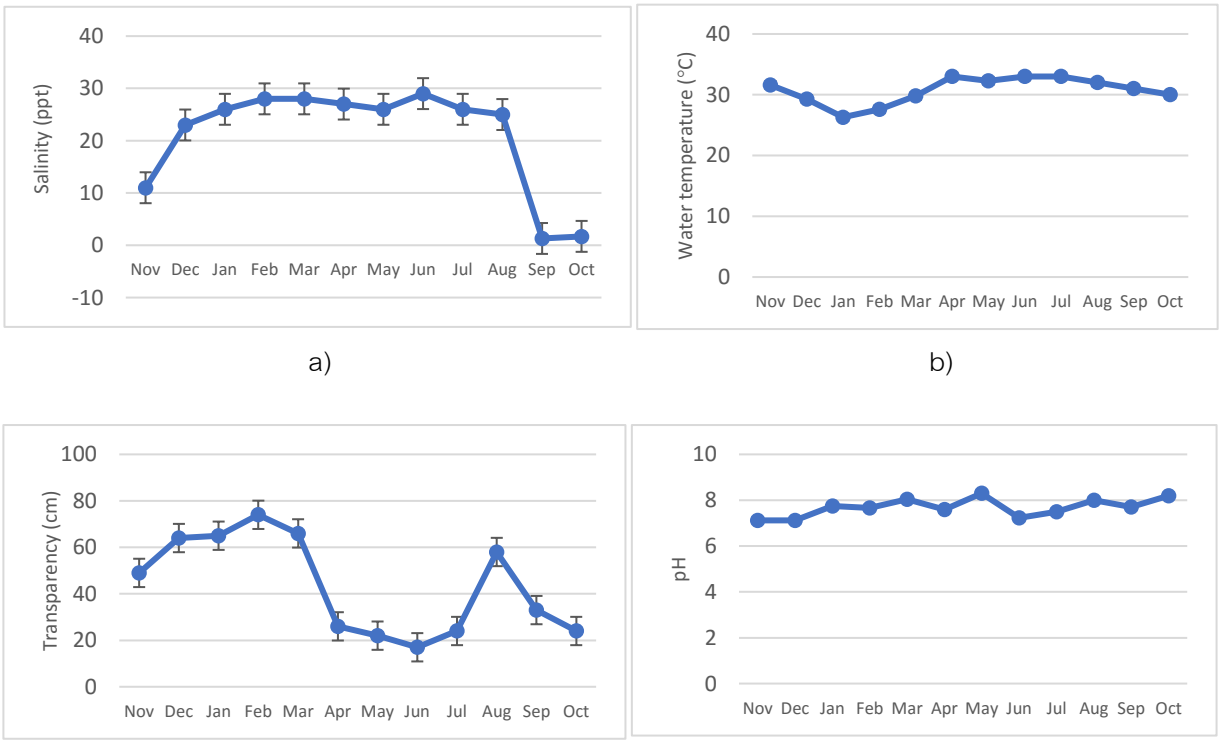


Figure 2 The environmental parameters: a) salinity (ppt); b) water temperature (°C); c) transparency (cm); d) pH in the Bangpakong Estuary during November 2014 to October 2015.

The Brachyura zoea was the most significantly group in relative abundance during the annual period. This result showed the suitable condition of larval development relatively related to the monsoon season. The post monsoon season (November – April) showed an average abundance (36.6 ± 20.3 x 10^3 ind. m^{-3},) higher value than the abundance (18.4 ± 14.6 x 10^3 ind. m^{-3}) during monsoon season (May – October). It might explain that salinity and transparency were the key factors affected to the number of larval stages. To compare the environmental parameters were pooled and averaged in term of season (Table 3). The trend shows that the post monsoon season was the higher level than during the monsoon season. Addition, the phytoplankton abundance was also high value in the post monsoon season (Juntawee *et al*., 2016).

Table 2 Average (AV), Total (Total) abundance (x10^3 ind.m^{-3}), Standard deviation (SD) and percentage contribution (%) of stomatopod and decapod larvae in the Bangpakong estuary during November 2014 to October 2015

Month	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	AV	SD	%
Alima larva	0	0	0.11	0.01	0.1	0.9	0.1	0.2	0.04	0.05	0.02	0	0.13	0.3	0.5
Dendrobranchiata shrimp	0.20	0.2	0.4	0.4	1.2	0.6	0.4	0.7	0.5	0.5	0.02	0.2	0.44	0.3	1.6
Brachyuran zoea	13.1	46.5	69.5	19.4	31.8	32.6	8.6	23.9	41.8	5.4	4.2	20.5	26.4	19.3	96.2
Brachyuran megalopa	0	0.1	0.1	0	0.3	0.1	1.2	0.2	0.1	0	0	0.3	0.20	0.33	0.7
Caridean zoea	0	0	0.02	0.1	0.8	0.3	0.1	0.6	0	0.1	0	0.4	0.20	0.27	0.7
Pagurid zoea	0	0	0	0.2	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0.05	0.07	0.2
Porcellanid zoea	0.01	0	0.01	0	0.1	0	0.1	0.04	0	0	0	0.1	0.03	0.04	0.1
Total (ind. X 10^3 ind.m^{-3})	13.3	46.8	70.1	20.1	34.4	34.5	10.6	25.7	42.5	6.1	4.2	21.5	27.5	19.3	100
SD	4.9	17.6	26.2	7.3	11.9	12.2	3.2	8.9	15.8	2.0	1.6	7.7	9.9	7.3	

This study showed the clear results that Brachyura zoea dominated in majority abundance during the annual cycle. The rainfall runoff brought to the lowest salinity also high turbid water and high nutrients (Table 3). Anyway, the high primary production still remained in the water column in term of plankton bloom. Due to this phenomenon was directly affected to the larval development of many

plankton feeders. Indeed, the high primary production level but low diversity lead to the poor food supply for support the pelagic grazers. Meanwhile, the other food sources of decapod larvae are the microzooplankton such as tintinnid, oligotrich ciliates and heterotrophic dinoflagellates (Dolan, 2010). They are a main component of the brackish microzooplankton in a neritic area (Dolan *et al*., 2002). In addition, the Brachyura zoea seems to be common first stage that expressed in high abundance during the post monsoon. It was closely related to the environmental changes in the pelagic ecosystem (Anker, 2001; Schwamborn *et a*l., 2001; González-Gordillo and Rodríguez, 2003).

Table 3 The environmental parameters, larvae (ind. $X10^3$ m^{-3}) and phytoplankton abundance (cells m^{-3}) in the post monsoon (November - April) and monsoon season (May to October) in Bangpakong Estuary

Parameters	Larvae abundance (ind. $X10^3$ m^{-3})	Phytoplankton abundance* (cells m^{-3})	Salinity (ppt)	Water temperature (^oC)	pH	Transparency (cm.)
Monsoon season	18.4±14.6	358±345	18.2±13	31.9±1.2	7.8±0.4	29.7±14.8
Post monsoon season	36.5±20.3	2,803±3,826	23.8±6.6	29.6±2.5	7.6±0.4	57.3±17.4

Remark * Juntawee *et al*.,2016

Moreover, the high number of the first stage (zoea) was recorded in this estuary that means the adaptative respond in the estuarine plumes reflected the positively sign in the purification by mangrove forest and the high activity of a filter feeders. Indeed, the continuously reproduction could be occurred throughout the year. Meanwhile, the brackish species showed the high tolerance to the environmental changes so the recruitment of the first stages was empowering. Also, the species composition of the larval stage needs to expand to species level that lead to a strong management and regulation in fishery resources in this area. In addition, it made sure that the food supply would enough to be sustainable maintenance in the pelagic ecosystem (Anker, 2001; Koettker and Friere, 2006; Hameed *et al*., 2018).

CONCLUSION

This study showed the clear results that Brachyura zoea dominated in majority abundance during the annual cycle, comprising as 96.2 % to the total abundance. Followed by, Dendrobrachiata shrimps showed the second most abundance. The high abundance period was a post monsoon season but the lower abundance was recorded during a monsoon season. Moreover, the lower salinity also high turbid water might directly affect to the larval development of many planktonic larvae. Indeed, the continuously reproduction could be occurred throughout the year. Meanwhile, the brackish species showed the high tolerance to the relevance so the recruitment of the first stages was empowering. Also, the species composition of the larval stage needs to expand to species level that lead to a strong management and regulation in fishery resources in this area.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was a part of a study in pelagic production in the Bangpakong Estuary, supported in financials by the National Research Council of Thailand. The authors wish to thank Phiroon Juntawee and Pitratee Lua-Aroon for their helping in field survey. Also, we wish to thank the anonymous referees for their valuable comments on the manuscript.

REFERENCES

Abele, L.G. (ed). 1982. **The Biology of Crustacea, vol.1**. Academic press, New York.

Anker, K. 2001. **The Biology of Decapod Crustacean Larvae**. CRC Press, Florida.

Department of Marine and Coastal Resources. 2005. **Bangpakong Estuary Ecosystem**. Department of Marine and Coastal Resources, Bangkok. 189 p.

Dolan, J.R., H. Claustre, F. Carlotti, S. Plounevez and T. Moutin. 2002. Microzooplankton diversity: Relationships of tintinnid ciliates with resources, competitors and predators from the Atlantic Coast of Morocco to Eastern Mediterranean. **Deep-Sea Research I** 49: 1217-1232.

Dolan, J.R. 2010. Morphology and ecology in Tintinnid ciliates of the marine plankton: correlates of lorica dimensions. **Acta Protozoologica** 49: 235-244.

Duangdee T. 2003. Species composition and distribution of fish larvae in Bangpakong river mouth, Chachoengsao Province. **In the Proceedings of 42th Kasetsart University Annual Conference in February 2004**. (in Thai).

González-Gordillo, J.I. and A. Rodríguez. 2003. Comparative seasonal and spatial distribution of decapod larvae assemblages in three coastal zones off the south-western Iberian Peninsula. **Acta Oecologica** 24: 219-233.

Juntawee P., J, Praiboon, S. Wangvoralak and P. Jitchum. 2016. Biomass and species composition of phytoplankton in Bang Pakong estuary. **In the Proceedings of 54th Kasetsart University Annual Conference in February 2016.** (in Thai).

Hameed, S.O., M.L. Elliott, S.G. Morgan and J. Jahnke. 2018. Interannual variation and spatial distribution of decapod larvae in a region of persistent coastal upwelling. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 587:55-71.

Koettker, A.G. and A.S. Freire. 2006. Spatial and temporal distribution of decapod larvae in the subtropical waters of the Aevoredo archipelago, SC, Brazil. **Iheringia Ser. Zool. Porto. Alegre** 96(1): 31-39.

Lindley, J.A. 1998. Diversity, biomass and production of decapod crustacean larvae in a changing environment. **Invertebrate Reproduction and Development** 33: 209-219.

Lau-Aroon, P., P. Jitchum and S. Poungcharean. 2016. Composition and distribution of fish larvae at Bangpakong estuary, Chachoeng Sao Province. **In the Proceedings of 54th Kasetsart University Annual Conference in February 2016.** (in Thai).

Pochelon, P.N., R.F.T. Pires, J. Dubert, R. Nolasco, A. Miguel, P. Santos, H. Queiroga and A.dos Santos. 2017. Decapod larvae distribution and species composition off the southern Portuguese Coast. **Continental Shelf Research** 151: 53-61.

Schwamborn, R., S. Neumann-Leitao, T. de A. e Silva, A.P. Silva, W. Ekau and U. Saint-Paul. 2001. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaraca estuarine system, Brazil. **Tropical Oceanography**, Recife 29(1): 1-18.

Sawangarreruks S., S. Thongsukdee and S. Ratchasuwan. 2006. Diversity of fishery resources in Bangpakong river. **In the Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference in February 2006.** (in Thai).

Tongman, M., J. Praiboon, U. Nedtharn and P. Jitchum. 2016. Temporal variation of microzooplankton in Bang Pakong estuary. **In the Proceedings of 54th Kasetsart University Annual Conference in February 2016.** (in Thai).

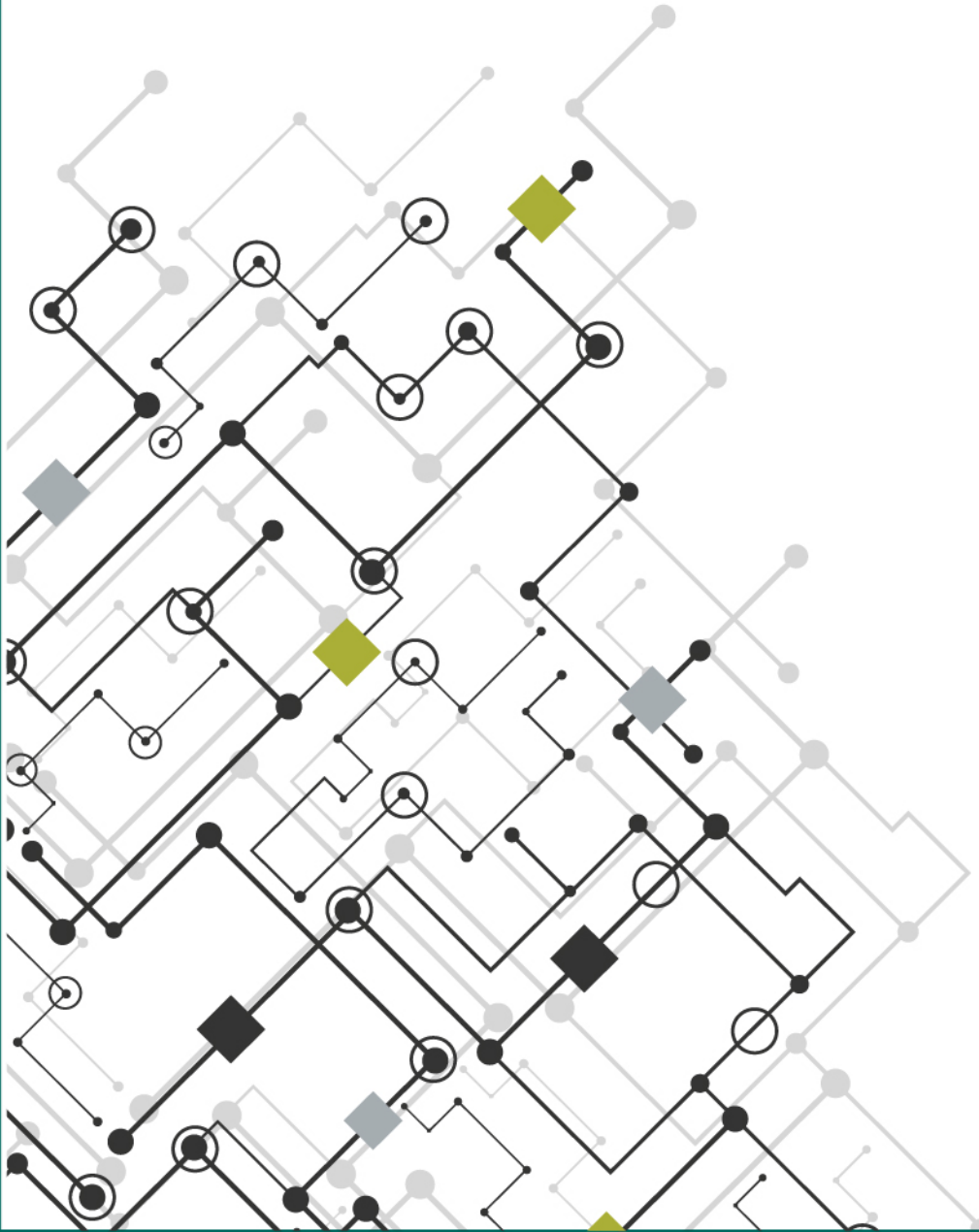
Weiss, H.M. 2017. **Keys to the Larvae of Common Decapod Crustaceans (Lobsters, Crabs and Shrimps) in Long Island Sound**. Connecticut Sea Grant, Connecticut.

สาขาประมง

Subject: Fisheries

ภาคโปสเตอร์

Poster Presentation



KU
KASETSART
UNIVERSITY

การศึกษาช่วงเวลาและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการลงเกาะของหอยแมลงภู่ในอ่าวศรีราชา

Timing and Environmental Factors for the Attachment of Green Mussel in Sriracha Bay

สาโรจน์ เริ่มดำริห์[1*] อลงกต อินทรชาติ[1] นิติพัฒน์ พลอยประดับ[1] อรรถวุฒิ กันทะวงศ์[1] และ กนกวรรณ ขาวด่อน[1]

Saroj Rermdumri[1*] , Alongot Intarachart[1] , Nitiphat Ploypradup[1] , Attawut Khantavong[1] and Kanokwan Khaodon[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการลงเกาะของหอยแมลงภู่ในอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ศึกษาระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2559 โดยใช้เนื้ออวนโพลีเอทีลีนขนาดตา 2 เซนติเมตร ตัดแบ่งเป็นเส้นๆ ขนาดเส้นละ 10x150 เซนติเมตร ถ่วงด้วยอิฐมอญ นำไปวางในจุดที่ศึกษา 4 สถานี (1A, 2A, 1B และ 2B) สถานีละ 3 เส้น (3 ซ้ำ) เพื่อล่อให้ลูกหอยลงเกาะ ศึกษาช่วงเวลาการลงเกาะและปัจจัยแวดล้อม คือ แพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำทะเล ทุกๆ เดือน ผลการศึกษาพบว่าลูกหอยแมลงภู่ในอ่าวศรีราชามีการลงเกาะสองช่วง คือ ช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม และช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม ในเดือนกันยายนพบปริมาณการลงเกาะของลูกหอยมากที่สุดที่สถานี 1A (716 ตัว/ตารางเมตร) และพบ *Chaetoceros* sp. อาหารที่สำคัญของลูกหอยเป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นในอ่าวศรีราชา มีปริมาณความหนาแน่นเซลล์สูงสุด ส่วนคุณภาพน้ำทะเล ได้แก่ ความลึก ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความโปร่งใส พบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่

ABSTRACT

Timing and environmental factors for the attachment of green mussel in Sriracha Bay Chon Buri was studied between February 2015 to February 2016. Polyethylene net (with 2 cm mesh size.), cut into pieces of 10x150 cm size was used as collectors for mussel setting. Collectors were suspended in four stations (1A, 2A, 1B and 2B), each with three replicates. Settlement and environmental factors (plankton and water quality) were investigated monthly. The attachment time of mussel in Sriracha Bay was found in two periods. The first period was in January to March and the second in August to December. The highest settlement was found in September at Station 1A (716 ind/m^2). The dominant phytoplankton in Sriracha Bay was *Chaetoceros* sp. which was found in the highest cell density. The water and environmental factors, (i.e. depth, salinity, temperature, dissolved oxygen, pH and transparency,) were in the normal range and suitable for mussel growth.

Key words: Timing, Green mussel, attachment and environmental factors

*Corresponding Author; e-mail address: ffissrr@ku.ac.th

[1] สถานีวิจัยประมงศรีราชา คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1] Sriracha fishery Research Station Faculty of Fisheries Kasetsart University

คำนำ

การเลี้ยงหอยแมลงภู่ (*Perna viridis* Linnaeus, 1758) เป็นอาชีพการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ได้รับความนิยมอย่างยิ่งโดยเฉพาะในบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี เนื่องจากหอยแมลงภู่เป็นสัตว์น้ำที่นิยมบริโภคกันมาก เพราะเนื้อหอย แมลงภู่มีรสชาติอร่อย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีราคาไม่แพง ปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบใหม่ที่สามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นโดยใช้วัสดุที่หาง่ายและมีอายุการใช้งานนานหลายปี เพื่อพัฒนารูปแบบ การเลี้ยงหอยแมลงภู่ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และเป็นทางเลือกใหม่แก่ผู้ประกอบอาชีพการเลี้ยงหอยแมลงภู่ ให้ดำเนินกิจการต่อไปด้วยดี จึงเป็นที่มาของการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือก (แบบพัฒนา) ซึ่งสถานีวิจัยประมง ศรีราชาเป็นผู้ริเริ่มส่งเสริมฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรที่ประกอบอาชีพการเลี้ยงหอยแมลงภู่ ในจังหวัดชลบุรีและจังหวัดใกล้เคียง การเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบนี้เป็นการเลี้ยงโดยการใช้วัสดุจำพวกเชือกหรืออวนที่มีความทนทานมาล่อลูกหอยแมลงภู่ในธรรมชาติแทนการใช้หลักไม้ไผ่ปัก ตัวแพประกอบด้วยเชือกที่นำมาถักเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีการพยุงตัวแพให้ลอยน้ำด้วยถังทุ่นพลาสติก ซึ่งเป็นวัสดุที่มีอายุใช้งานนานหลายปี (ปรเมษฐ์ และอลงกต, 2544) เนื่องจากการเลี้ยงแบบพัฒนานี้มีประสิทธิภาพได้ผลผลิตสูงทำให้มีผู้ประกอบการเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องพบว่าพื้นที่เลี้ยงหอยได้เพิ่มขึ้นจาก 0.43 ตารางกิโลเมตร ในปี 2544 เป็น 1.48 ตารางกิโลเมตร ในปี 2547 (มณฑลและภูวดล, 2549) ปัจจุบันการเลี้ยงหอยแมลงภู่ได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพราะปริมาณความต้องการหอยแมลงภู่ของตลาดมีเพิ่มขึ้น ส่งผลให้บริเวณอ่าวศรีราชามีการขยายพื้นที่ในการเลี้ยงหอยแมลงภู่มากขึ้น เนื่องจากบริเวณอ่าวศรีราชามีความพร้อมทั้งด้านสภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตของแหล่งน้ำ ได้แก่ ปริมาณอาหาร พันธุ์สัตว์น้ำ ความสนใจของผู้ประกอบการ การคมนาคมและการตลาดต่อการเลี้ยงหอยแมลงภู่ จึงเป็นเหตุผลที่ ทำให้บริเวณอ่าวศรีราชาได้รับความนิยมในการเลี้ยงหอยแมลงภู่และมีการขยายพื้นที่การเลี้ยงหอยแมลงภู่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือก ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมต่างๆ อาทิเช่น ฤดูกาล สภาพพื้นที่เลี้ยง ปริมาณอาหาร คุณภาพน้ำทะเล ฯ ตามไปด้วย ทำให้ปัจจุบันบางช่วงเวลาเกิดปัญหาการขาดแคลนลูกพันธุ์หอยแมลงภู่จากธรรมชาติ อีกทั้งผู้ประกอบการไม่ทราบช่วงเวลาในการลงเกาะของลูกหอยที่แน่ชัด ทำให้ไม่มีการวางแผนเตรียมพร้อมที่จะลงสายอวนสำหรับเลี้ยงหอยชุดใหม่ได้ทันช่วงเวลาที่ลูกหอยแมลงภู่มาลงเกาะ ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาการเลี้ยงหอยแมลงภู่ในอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ซึ่งสามารถช่วยในการคาดการณ์แนวโน้มช่วงเวลาการลงเกาะของลูกหอยแมลงภู่ได้ทันต่อสถานการณ์ในการลงทุนเลี้ยงหอยแมลงภู่ของชาวประมง ตลอดจนการศึกษาความสัมพันธ์ทางด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นอาหารสำคัญของลูกหอย คุณภาพน้ำทะเลซึ่งอาจมีผลหรือเป็นตัวกระตุ้นการลงเกาะและการเจริญเติบโตของลูกพันธุ์หอยแมลงภู่ในธรรมชาติได้

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษาวิจัย

การศึกษาเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2558 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2559 ในบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยกำหนดบริเวณที่ศึกษาด้วยพิกัดดาวเทียมระบุตำแหน่งให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ในบริเวณ อ่าวศรีราชา จำนวน 4 สถานี (Figure 1) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สถานี 1A บริเวณหน้าสถานีวิจัยประมงศรีราชา ห่างจากแนวชายฝั่งออกมา 500 เมตร

สถานี 2A บริเวณหน้าสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง ห่างจากแนวชายฝั่งออกมา 500 เมตร

สถานี 1B บริเวณหน้าสถานีวิจัยประมงศรีราชา ห่างจากแนวชายฝั่งออกมา 1,000 เมตร

สถานี 2B บริเวณหน้าสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง ห่างจากแนวชายฝั่งออกมา 1,000 เมตร



Figure 1 Map of Study site at Sriracha bay, Chonburi Province

การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ขนาดของลูกหอยแมลงภู่และปริมาณการลงเกาะ

นำสายอวนสำหรับล่อให้ลูกหอยลงเกาะ ซึ่งทำจากวัสดุเนื้ออวนโพลีเอทีลีนขนาดตา 2 เซนติเมตร ตัดแบ่ง เป็นเส้นๆ ขนาดเส้นละ 10x150 เซนติเมตร ไปติดตั้งบริเวณจุดที่ศึกษาทั้งสี่สถานี โดยการผูกสายอวนด้านบนไว้กับสายเชือกของแพเลี้ยงหอยแมลงภู่และถ่วงน้ำหนักด้านล่างของสายอวนด้วยก้อนอิฐมอญ สถานีละ 3 เส้น (3 ซ้ำ) ในช่วงต้นเดือนกุมภาพันธ์ 2558 เมื่อครบ 1 เดือน นำสายอวนเส้นใหม่ลงไปเปลี่ยน พร้อมนำสายอวนที่ผูกล่อลูกหอยทิ้งไว้ของแต่ละสถานีขึ้นมาตรวจดูและนับปริมาณลูกหอยแมลงภู่ที่พบลงเกาะบนสายอวนทั้งหมด พร้อมสุ่มลูกหอยมาวัดขนาดความยาวเปลือกและชั่งน้ำหนัก เพื่อหาค่าเฉลี่ยของปริมาณการลงเกาะและการเจริญเติบโตของ ลูกหอยแมลงภู่ทุกๆ เดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี

แพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชด้วยถุงลากแพลงก์ตอนขนาด 21 ไมครอน จากบริเวณจุดที่ศึกษาทั้งสี่จุดทุกๆ เดือน นำตัวอย่างแพลงก์ตอนมาเก็บรักษาด้วยน้ำยาฟอร์มาลดีไฮด์ 4% จากนั้นนำมาวิเคราะห์

ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ Sedgewick Rafter Counting Cell และส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อแยกชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน ในการจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนจะใช้เอกสารอ้างอิงดังนี้ ลัดดาและคณะ (2546)

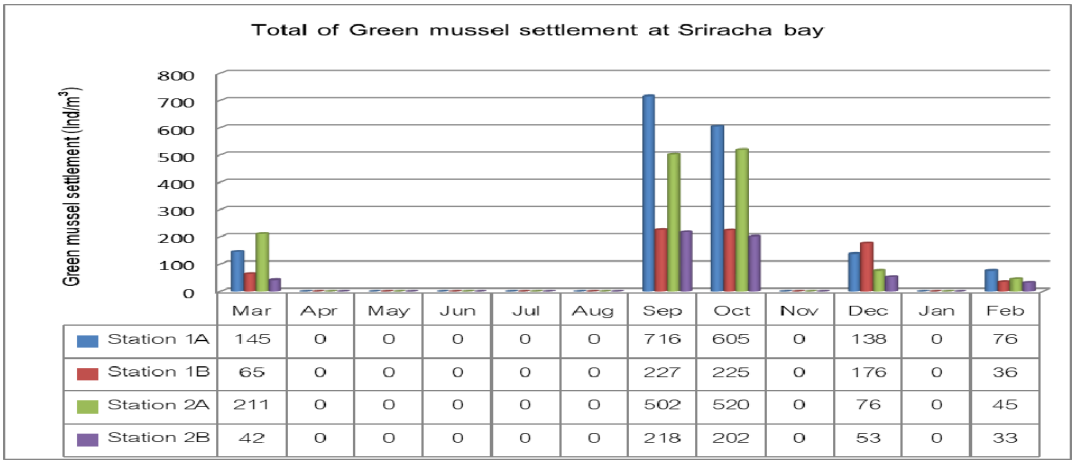
คุณภาพน้ำทะเล

ตรวจวัดคุณภาพน้ำทะเล ได้แก่ ความลึก ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ความโปร่งแสง และความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องมือ Multi-parameter พร้อมบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลต่อไป

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาขนาดและปริมาณการลงเกาะของลูกหอยแมลงภู่

จากการนำสายอวนทดลองสำหรับล่อให้ลูกหอยแมลงภู่ลงเกาะขึ้นมาตรวจนับปริมาณและสุ่มวัดขนาดของลูกหอยทุกๆ เดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าลูกหอยแมลงภู่ในระยะลงเกาะ (settlement) หรือลูกหอยระยะเม็ดงา เม็ดถั่วเขียวที่ชาวประมงท้องถิ่นเรียกกัน มีการลงเกาะยึดติดเจริญเติบโตอยู่บนสายอวนหนาแน่นมากที่สุดในเดือนกันยายน พบจำนวนลูกหอยลงเกาะในสถานี 1A (716 ตัว/ตารางเมตร) สถานี 2A (502 ตัว/ตารางเมตร), สถานี 1B (227 ตัว/ตารางเมตร) และ สถานี 2B (218 ตัว/ตารางเมตร) ส่วนเดือนที่พบลูกหอยลงเกาะหนาแน่นรองลงมาคือ เดือนตุลาคม มีนาคม ธันวาคม 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ 2559 ตามลำดับ โดยมีปริมาณการลงเกาะของลูกหอยแมลงภู่ในแต่ละจุดหนาแน่นแตกต่างกันออกไป (Figure 2)



	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb
Station 1A	145	0	0	0	0	0	716	605	0	138	0	76
Station 1B	65	0	0	0	0	0	227	225	0	176	0	36
Station 2A	211	0	0	0	0	0	502	520	0	76	0	45
Station 2B	42	0	0	0	0	0	218	202	0	53	0	33

Figure 2 Total of Green mussel settlement in different time at Sriracha bay

จากการศึกษาปริมาณการลงเกาะของลูกหอยแมลงภู่ในบริเวณอ่าวศรีราชาครั้งนี้ พบแนวโน้มการลงเกาะของลูกหอยแมลงภู่แบ่งเป็นสองช่วง คือ ระยะสั้นช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม และระยะยาวช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม โดยพบปริมาณการลงเกาะหนาแน่นในเดือนกันยายนและตุลาคม แสดงว่าหอยแมลงภู่ในอ่าวศรีราชาเริ่มวางไข่และลงเกาะตั้งแต่ปลายเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน สำหรับรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องมีการระบุไว้ว่าหอยแมลงภู่ส่วนใหญ่มีการวางไข่สูงสุดอยู่สองช่วง สำหรับพื้นที่บริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยจะอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม และช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536) ขณะที่การศึกษาของ เสรี (2557) พบว่าหอยแมลงภู่บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย (ณ อ่าว

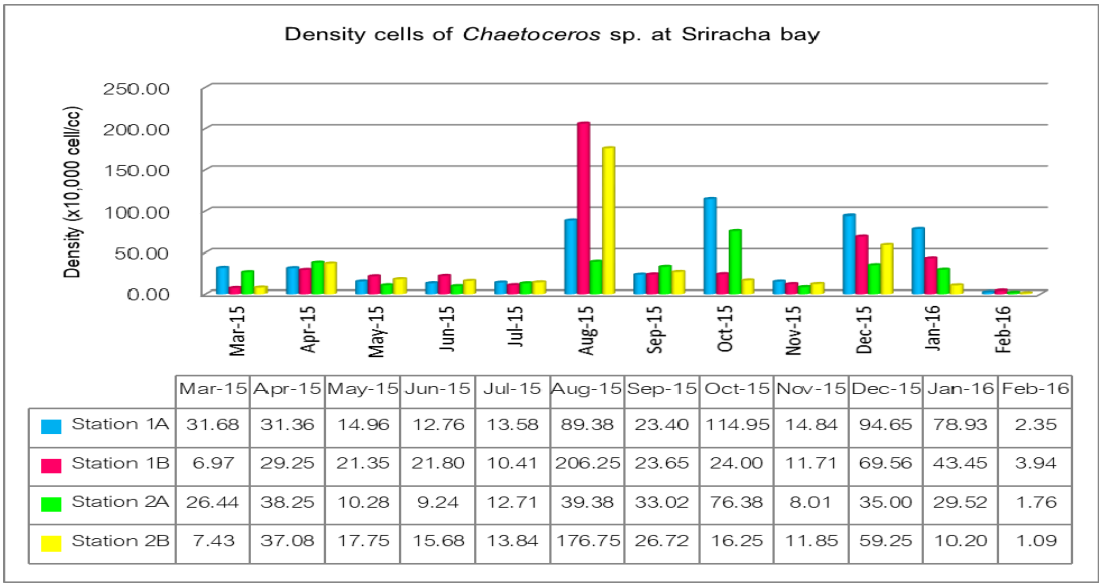
ปัตตานี) มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สองครั้งในรอบปี คือ ครั้งแรกในช่วงเดือนกุมภาพันธุ์ถึงเมษายน และครั้งที่สองในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน ซึ่งสาเหตุที่ช่วงฤดูกาลในการสืบพันธุ์วางไข่และการลงเกาะของหอยแมลงภู่ในบริเวณต่างๆ มีช่วงเวลาคลาดเคลื่อนกันไป อาจเกิดได้เร็วขึ้นหรือช้าลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน เช่น ฤดูกาลที่ผันแปรไม่แน่นอน การเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ และปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ดังเช่นรายงานการศึกษาของ Gosling (2003) ที่กล่าวไว้ว่า การที่วงจรการสืบพันธุ์ของหอยแมลงภู่มีความแตกต่างกันนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการทั้งภายในและภายนอกตัวหอย ปัจจัยภายใน เช่น ฮอร์โมน และจีโนไทป์ เป็นต้น ส่วนปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ อาหาร ความเค็ม และแสง ฯ เป็นต้น

สำหรับขนาดของลูกหอยที่ลงเกาะบนสายอวนทดลองในแต่ละเดือนพบว่ามีขนาดความยาวเปลือกโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันคือ มีขนาดความยาวเปลือกโดยเฉลี่ยในสถานี 1A, 2A, 1B และ 2B เท่ากับ 0.22±0.05, 0.23±0.07, 0.23±0.07 และ 0.23±0.06 เซนติเมตร ตามลำดับ ช่วงเดือนตุลาคม 2558 ลูกหอยมีขนาดความยาวเปลือกโดยเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.34±0.02 เซนติเมตร และในเดือนกุมภาพันธ์ 2559 มีขนาดความยาวเปลือกโดยเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.19±0.00 เซนติเมตร ส่วนเดือนกันยายน 2558 ซึ่งพบปริมาณลูกหอยมีการลงเกาะหนาแน่นที่สุด พบว่าลูกหอยมีขนาดความยาวเปลือกโดยเฉลี่ยที่สถานี 1A, 2A, 1B และ 2B เท่ากับ 0.21±0.06, 0.21±0.07, 0.21±0.08 และ 0.21±0.08 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักของลูกหอยพบว่ามีน้ำหนักโดยเฉลี่ยในแต่ละบริเวณที่ศึกษาต่างกันเล็กน้อยคือ มีน้ำหนักโดยเฉลี่ยในสถานี 1A, 2A, 1B และ 2B เท่ากับ 0.018±0.005, 0.020±0.007, 0.019±0.008 และ 0.019±0.008 กรัม ตามลำดับ ในเดือนตุลาคม 2558 ลูกหอยมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.032±0.003 กรัม ส่วนเดือนกันยายน 2558 ซึ่งพบปริมาณลูกหอยแมลงภู่ลงเกาะหนาแน่นที่สุด พบว่าลูกหอยมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยเลี้ยงน้อยที่สุด คือ 0.015±0.002 กรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยในสถานี 1A, 2A, 1B และ 2B เท่ากับ 0.015±0.004, 0.013±0.002, 0.016±0.006 และ 0.014±0.004 กรัม ตามลำดับ

การศึกษาแพลงก์ตอนพืช

การศึกษาและวิเคราะห์ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 จุด พบแพลงก์ตอนพืช ทั้งหมด 2 Division ประกอบด้วย Division Cyanophyta จำนวน 3 สกุล และ Division Chromophyta จำนวน 47 สกุล รวมทั้งหมด 50 สกุล แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นที่พบทั่วไปในบริเวณพื้นที่ศึกษา ได้แก่ *Chaetoceros* sp., *Surirella* sp., *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp. *Nitzschia* sp., *Pseudo-nitzschia* sp., *Pleurosigma* sp., *Rhizosolenia* sp., *Gyrosigma* sp., *Bacillaria* sp., และ *Peridinium* sp. การศึกษาครั้งนี้พบว่า *Chaetoceros* sp. ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบในอ่าวศรีราชา และเป็นแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารสำคัญของลูกหอย มีปริมาณความหนาแน่นของเซลล์สูงสุดตลอดปี เดือนสิงหาคม 2558 พบปริมาณความหนาแน่นเซลล์มากที่สุดบริเวณสถานี 1B มีความหนาแน่นเซลล์เฉลี่ย 2.06×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ 2559 พบปริมาณความหนาแน่นเซลล์น้อยที่สุดบริเวณสถานี 2B มีความหนาแน่นเซลล์เฉลี่ย 1.09×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (Figure 3) สอดคล้องกับการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ จังหวัดชุมพร ที่พบแพลงก์ตอนพืช 46 สกุล มีไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักและพบ *Chaetoceros* spp. เป็นชนิดเด่นที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ (สุขศรีและพงศ์ธร, 2544) ส่วนในประเทศ

ฟิลิปปินส์พบว่าช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแมลงภู่ *P.* viridis มีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารและความเค็ม (Walter, 1982) แพลงก์ตอนพืชจึงนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่มีผลต่อการลงเกาะของลูกหอยแมลงภู่ในครั้งนี้



	Mar-15	Apr-15	May-15	Jun-15	Jul-15	Aug-15	Sep-15	Oct-15	Nov-15	Dec-15	Jan-16	Feb-16
Station 1A	31.68	31.36	14.96	12.76	13.58	89.38	23.40	114.95	14.84	94.65	78.93	2.35
Station 1B	6.97	29.25	21.35	21.80	10.41	206.25	23.65	24.00	11.71	69.56	43.45	3.94
Station 2A	26.44	38.25	10.28	9.24	12.71	39.38	33.02	76.38	8.01	35.00	29.52	1.76
Station 2B	7.43	37.08	17.75	15.68	13.84	176.75	26.72	16.25	11.85	59.25	10.20	1.09

Figure 3 Density cells of *Chaetoceros* sp. at Sriracha bay

การศึกษาคุณภาพน้ำทะเล

คุณภาพน้ำทะเลในบริเวณจุดที่ศึกษาทั้งสี่สถานี ตลอดระยะเวลา 1 ปี พบว่ามีค่าเฉลี่ยของระดับความลึกของน้ำทะเล 5.42±1.26 เมตร ความโปร่งแสง 2.12±0.14 เมตร อุณหภูมิ 30.10±0.02 องศาเซลเซียส ความเค็ม 30.78±0.04 ส่วนในพันส่วน ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 4.74±0.18 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าความเป็นกรด-ด่าง 8.03±0.04 เช่นเดียวกับการศึกษาของ อลงกต (2551) ได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำทะเลบางปะการบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างในอ่าว ศรีราชา ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2548 ถึงธันวาคม 2549 พบว่ามีค่าความลึกอยู่ในช่วง 2.30-7.20 เมตร อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 26.56-31.90 องศาเซลเซียส ความเค็มอยู่ในช่วง 23.40-33.87 ส่วนในพันส่วน ปริมาณออกซิเจนละลาย ในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 4.00-6.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 7.26-8.11 และความโปร่งแสงอยู่ใน ช่วง 1.30-4.50 เมตร ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้มีรายงานที่เกี่ยวข้องระบุไว้ว่า การเลี้ยงหอยแมลงภู่นั้นมีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เช่น ปัจจัยทางด้านชีวภาพ คือ อายุ ขนาด และลักษณะทางพันธุกรรม และปัจจัยทางฟิสิกส์ คือ อุณหภูมิ ความลึกของน้ำ เป็นต้น (Jamison *et al.*, 1975) อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ บริเวณที่เลี้ยงหอยแมลงภู่ส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณที่เป็นอ่าวและชายฝั่งทะเลที่ค่อนข้างตื้น อุณหภูมิของน้ำไม่ค่อยมีความแตกต่าง ฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 31-32 องศาเซลเซียส และฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 26-28 องศาเซลเซียส ซึ่งนับว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ (จิตรา, 2541) วิทยาและสิริพร (2542) รายงานว่าความเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของหอยแมลงภู่ ความเค็ม

ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ คือ 25-30 ส่วนในพันส่วน ส่วนค่าความเค็มที่เป็นอันตรายต่อหอยแมลงภู่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-15 ส่วนในพันส่วน (สุขุม, 2547) ในฮ่องกงพบว่าปัจจัยด้านคุณภาพน้ำและปริมาณอาหารเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแมลงภู่ (Lee, 1985) ส่วนในประเทศอินเดีย Rajagopal *et al*. (1997) รายงานว่าปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำและปริมาณอาหารมีบทบาทสำคัญต่อช่วงเวลาการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแมลงภู่ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าคุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์ปกติที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ได้

สรุป

การศึกษาครั้งนี้พบว่าช่วงเวลาการลงเกาะของลูกหอยแมลงภู่ *Perna viridis* ในบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี แบ่งเป็นสองช่วง ระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคม และเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม มีปริมาณการลงเกาะของ ลูกหอยหนาแน่นที่สุดในเดือนกันยายน บริเวณสถานี 1A คือ 716 ตัว/ตารางเมตร และพบ *Chaetoceros* sp. ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารสำคัญสำหรับลูกหอย เป็นแพลงก์ตอนชนิดเด่น มีปริมาณความหนาแน่นเซลล์สูงสุดในอ่าวศรีราชา ส่วนคุณภาพน้ำทะเล พบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกหอยแมลงภู่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานีวิจัยประมงศรีราชาที่ช่วยสนับสนุนบุคลากรและเอื้อเฟื้อพื้นที่ในการศึกษาทดลอง และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2536. **คู่มือการเลี้ยงหอยแมลงภู่**. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 63 หน้า

จิตรา ตีระเมธี. 2541. **การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ (*Perna viridis* Linnaues, 1758) เลี้ยงแบบแขวนใต้โครงกระชัง แพโฟม และเส้นเชือกยาวติดทุ่นลอย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปุญชรัสมิ์ ก่อเจริญวัฒน์, ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ และสุริยัน ธัญกิจจานุกิจ. **การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงด้วยวิธีแขวนแบบแพเชือกเดี่ยว และแพเชือกถัก บริเวณอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรเมษฐ์ พลอยประดับ และอลงกต อินทรชาติ. 2544. **การเลี้ยงหอยแมลงภู่**. ใน เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการการเลี้ยงและแปรรูปหอยแมลงภู่แบบครบวงจร. โครงการอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,น. 18-30. สถานีวิจัยประมงศรีราชา สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณฑล อนงค์พรยศกุล และภูวดล โดยดี. 2549. **การศึกษาการแพร่กระจายพื้นที่เลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพหอย โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวอุดม จังหวัดชลบุรี**. ภาควิชาการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เสนอสำนักงานเทคโนโลยีอวกาศภูมิสารสนเทศ (องค์กรมหาชน). 31 หน้า

ลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2546. **คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 270 หน้า

วิทยา หะวานนท์ และสิริพร ลือชัยชัยกุล. 2542. **ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของหอยแมลงภู่**. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 12/2542. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงชายฝั่งจังหวัดชุมพร, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง.

สุขุม เร้าใจ. 2547. **การศึกษาผลกระทบของความเค็มต่ำที่มีต่อการตายของหอยแมลงภู่ (*Perna viridis* Linnaeus)**. วารสารการประมง. 57(3): 229-233

สุขศรี สัมภวะผล และพงศ์ธร อินทร์อักษร. 2544. **ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่จังหวัดชุมพร**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2544. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดชุมพร ตำบลชะอัง อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร. 66 หน้า

เสรี นิยมเดชา. 2558. **การเปรียบเทียบวงจรสืบพันธุ์และขนาดแรกสืบพันธุ์ของหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ระหว่างชายฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อลงกต อินทรชาติ. 2551. **ผลกระทบของการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกต่อคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gosling, E. 2003. **Bivalve Molluscs Biology, Ecology and Culture.** Oxford: Fishing New Book.

Jamison, G. S., I. C. Neish and C. S. L. Clark. 1975. **Perspective and Development Prospect of Mussel Cultivation in the Maritime Province of Canada.** Nova. Scotia.

Lee, S.Y. 1985. **Population dynamics of green mussel *Perna viridis* L.** (Bivalvia: Mytilacea) in Victoria harbour Hong Kong. Dynamics in Polluted environment. Asian Marine Biology. 2: 170-118.

Rajagopal, S. 1997. **The ecology of tropical marine mussels and their control in industrial cooling water systems**. Ph.D. Thesis, University of Nijmegen, The Netherlands, pp.1-184.

Walter, C. 1982. **Reproduction and growth in the tropical mussel, Perna viridis (Bivalvia: Mytilidae), Kalikasan.** Philippines Journal of Biology. 11: 83-97.

ลักษณะของจะงอยปาก และความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนจะงอยปากกับความยาว และน้ำหนักของหมึกกระดอง

Beak's Morphological Characteristics and Relationship between Beak Dimensions and Length-Weight of Cuttlefish

สนธยา ผุยน้อย[1*] จรวย สุขแสงจันทร์[1] ภาวิดา ประสพสุข[1] และ รสิตา รื่นหาญ[1]

Sonthaya Phuynoi[1*], Charuay Sukhsangchan[1], Pawida Prasopsook[1] and Rasita Raunhan[1]

บทคัดย่อ

รวบรวมตัวอย่าง 3 ชนิด ได้แก่ หมึกกระดองหางแหลม จำนวน 162 ตัว หมึกกระดองหางงอ จำนวน 50 ตัว และหมึกกระดองก้นไหม้ จำนวน 139 ตัว จากเรือประมงอวนลาก อำเภอแสมสาร จังหวัดชลบุรี ศึกษาลักษณะของจะงอยปาก เช่น ขนาด รูปทรง สี และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนจะงอยปากกับความยาวและน้ำหนักตัว พบว่า จะงอยปากของหมึกกระดองทั้ง 3 ชนิด มีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีดำครอบครองพื้นที่จะงอยปากทั้งหมด จะงอยปากบนส่วนปลายยอดจะงอยแหลมกว่าจะงอยปากล่าง ส่วนสันจะงอยปากโค้งและยาว ส่วนปลายของจะงอยปากมีสีดำจนถึงน้ำตาลเข้มกินพื้นที่ประมาณ 1/8 ของความยาวสันจะงอยปากบน จะงอยปากล่างส่วนปลายด้านหน้าโค้งเล็กน้อย ปีกทั้ง 2 ข้างยาวทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ปลายมน ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างสัดส่วนจะงอยปากกับความยาวลำตัว (ML) ความยาวเหยียด (TL) และน้ำหนักตัว (W) ของหมึกกระดอง 3 ชนิดพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ดังนี้ 1) หมึกกระดองหางแหลม ดังสมการ ML= 0.542+0.650UCL(r^2 =0.829), ML = 0.379+0.897LRW (r^2 =0.822), W = -176.850+27.584 UHL(r^2=0.783) และW = -190.938+29.699LCL(r^2=0.804) ตามลำดับ 2) หมึกกระดองหางงอ ดังสมการ ML = 0.987+0.764UHL(r^2 =0.816), ML = 1.100 + 0.761LCL(r^2 = 0.790),TL = 0.581+1.173ULWL (r^2=0.861), TL = 0.921 +1.347LCL(r^2=0.851), W = -22.541+6.728ULWL(r^2=0.857)และW = -19.670 +7.531LCL(r^2=0.809) ตามลำดับ และ3) หมึกกระดองก้นไหม้ ดังสมการ ML = 0.134 +0.787UHL (r^2 =0.791), ML = 0.907+ 0.697LCL(r^2 = 0.770), W = -39.310+ 8.003UCL(r^2 =0.770) และ W= -50.078 +12.564LCL (r^2=0.777) ตามลำดับ

ABSTRACT

The specimens of three species of cuttlefish were collected from trawling net around Samae San District, Chonburi Province, Thailand. Three hundred and forty-nine specimens were observed (162 specimens from *Sepia aculeata*, *50 specimens from S. recurvirostra and 139 from Sepiella inermis)*. Beak morphological characteristics were observed such as size, shape, color, and the relationship between beaks dimension and length or weight. The result showed that the upper and lower beaks were large striped brown to black color cover rostral, hood, and crest to the lateral wall. Upper beak has the rostral tip sharper than lower beaks, hood was curved and long. The rostral tip has brown to black in color and cover 1/8 of upper hood length. Lower beak has less curved, rostral tip blunt and long wings. The relationship between the beak dimensions and mantle length or total length or body weight of three species of cuttlefish were significantly different at $P \leq 0.05$. Firstly, *S. aculeata* were ML=0.542+0.650UCL (r^2 =0.829), ML = 0.379+0.897LRW (r^2 =0.822), W = -176.850+27.584UHL (r^2=0.783) and W = -90.938+29.699LCL (r^2=0.804) ,secondly, *S. recurvirostra* were ML = 0.987+0.764UHL (r^2 =0.816), ML = 1.100+0.761LCL (r^2 =0.790), TL = 0.581+1.173ULWL (r^2=0.861), TL = 0.921+1.347LCL (r^2=0.851), W = -22.541+6.728ULWL (r^2=0.857) and W = -19.670+7.531LCL (r^2=0.809),and thirdly, *S. inermis* were ML = 0.134 +0.787UHL (r^2 =0.791), ML=0.907+0.697LCL(r^2 = 0.770), W = -39.310+8.003UCL (r^2 =0.770) และ W= -50.078 +12.564LCL (r^2=0.777) respectively.

Key Words: Beaks Morphological, Beaks Dimensions, Cuttlefish

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

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

หมึกกระดอง เป็นปลาหมึกที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย รองจากหมึกกล้วย และหมึกสาย ซึ่งหมึกกระดอง รูปร่างคล้ายถุง รูปไข่ กลมและป้อมมากกว่าหมึกกล้วย ลักษณะเด่นของหมึกกระดองคือด้านหลังภายในลำตัวมีแกนหรือมีโครงร่างภายในลำตัวแข็งเป็นแผ่น สีขาวขุ่น และมีส่วนประกอบเป็นหินปูน (calcium carbonate) ช่วยค้ำจุนร่างกาย เรียกว่า ลิ้นทะเล (Cuttlebone) มีครีบลำตัวเพื่อช่วยพยุงทำให้เคลื่อนไหวในน้ำได้อย่างรวดเร็ว หมึกกระดองเป็นสัตว์น้ำที่ได้รับความนิยมรับประทาน เครื่องมือประมงที่ใช้จับหมึกกระดองได้ อวนลากคู่ อวนลากแผ่นตะเฆ่ และลอบหมึก เป็นต้น การดำรงชีวิตหมึกกระดองมักจับเหยื่อที่มีชีวิตกินเป็นอาหารโดยใช้หนวดหรือแขน จากนั้นจะใช้จะงอยปากที่มีลักษณะคล้ายกับปากนกแก้ว ฉีกเนื้อให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนจะใช้ฟันที่อยู่ด้านในช่องปากจะทำหน้าที่คล้ายกับเครื่องบด ทำให้อาหารมีขนาดเล็กลงก่อนส่งไปสู่กระเพาะอาหาร (สนธยาและคณะ, 2560)

อย่างไรก็ตามปลาหมึกเองก็เป็นอาหารของสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน คือ วาฬ โลมา แมวน้ำและปลาขนาดใหญ่ เป็นต้น เมื่อมีการผ่าซากของสัตว์เหล่านี้จะพบชิ้นส่วนของปลาหมึกอยู่ในกระเพาะอาหาร เช่น เศษชิ้นส่วนของแกนค้ำจุนร่างกาย หรือชิ้นส่วนของจะงอยปากที่ยังคงเหลืออยู่ในกระเพาะอาหาร ซึ่งชิ้นส่วนของจะงอยปากนี้สามารถนำไปใช้ในการจำแนกกลุ่มหรือชนิดของปลาหมึกได้ เช่น สามารถใช้จำแนกกลุ่มหมึกกล้วยได้ถึง 75 ชนิด (Lu and Ickeringill, 2002) และกลุ่มหมึกกล้วยจากมหาสมุทรแปซิฟิก 18 ชนิด (Wolff, 1984) นอกจากนี้ส่วนของจะงอยปากยังสามารถใช้วัดการเจริญเติบโตและการหาอายุของปลาหมึก (Bi *et al*., 2015) ดังนั้นการศึกษาลักษณะและสัดส่วนของจะงอยปากของปลาหมึกนับเป็นส่วนสำคัญในการจำแนกชนิดทางอนุกรมวิธาน และยังรวมไปถึงการประเมินอัตราการบริโภคอาหาร (Lefkaditou and Bekas, 2004) และนอกจากนี้ สนธยา และคณะ, (2560) ศึกษาและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างสัดส่วนจะงอยปากกับความยาวลำตัวและความยาวเหยียดของหมึกหลอดชนิด *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii* พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ โดยสัดส่วนของความยาวเหยียดจะงอยปากบน (UCL) และความยาวสันจะงอยปากล่าง (LCL) มีความสัมพันธ์กับความยาวลำตัว (ML) และความยาวเหยียด (TL) ของหมึกหลอดมากที่สุด ซึ่งนอกจากนี้ยังศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากกับความยาวลำตัวแยกตามเพศผู้และเพศเมียได้อีกด้วย

การศึกษาในครั้งนี้ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของจะงอยปากและสัดส่วนความสัมพันธ์ของจะงอยปากกับความยาวหรือน้ำหนักของปลาหมึก ในกลุ่มหมึกกระดอง 3 ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านชีววิทยาของสัตว์น้ำกลุ่มหมึกกระดองและนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการบริหารจัดการทรัพยากร ตลอดจนการนำไปใช้ในการประเมินขนาดและน้ำหนักของหมึกกระดองจากจะงอยปากได้

อุปกรณ์และวิธีการ

รวบรวมตัวอย่างของหมึกกระดอง 3 ชนิดคือ ได้แก่ หมึกกระดองหางแหลม (*Sepia aculeata*) หมึกกระดองหางงอ (*S. recurvirostra*) และหมึกกระดองก้นไหม้ (*Sepiella inermis*) จากเรือประมงอวนลาก ในพื้นที่ อำเภอแสมสาร จังหวัดชลบุรี นำตัวอย่างหมึกกระดองที่ได้แยกชนิด แยกเพศ การวัดความยาวคือ ความยาวลำตัว (Mantle Length : ML) และความยาวเหยียด (Total Length : TL) และชั่งน้ำหนักตัว (body weight) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง จากนั้นทำการศึกษาลักษณะของจะงอยปาก เช่น สี ขนาด และรูปทรงของ

หมึกกระดองแต่ละชนิด วัดสัดส่วนต่าง ๆ ของจะงอยปากบน (upper beaks) และจะงอยปากล่าง (lower beaks) ตามวิธีของ (Wolff 1981) ดังนี้ จะงอยปากบน (upper beak) ได้แก่ ความยาวปลายจะงอยปากบน (URL) ความยาวปลายจะงอยปากบนถึงขอบด้านในของปีก (URW) ความยาวสันจะงอยปากบน (UHL) ความกว้างปีกจะงอยปากบน (UWL) ความยาวเหยียดจากปีกบน (ULWL) ความยาวเหยียดจะงอยปากบน (UCL) และ ความกว้างขอบด้านในจะงอยปากบน (Ujw) (Figure 1A) จะงอยปากล่าง (lower beak) ได้แก่ ความยาวสันจะงอยปากล่าง (LHL) ความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง (LCL) ความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก (LRW) ความยาวส่วนโค้งของจะงอยปากล่าง (LRL) ความยาวปีกจะงอยปากล่าง (LWL) และความกว้างขอบด้านในจะงอยปากล่าง (Ljw) (Figure 1B)

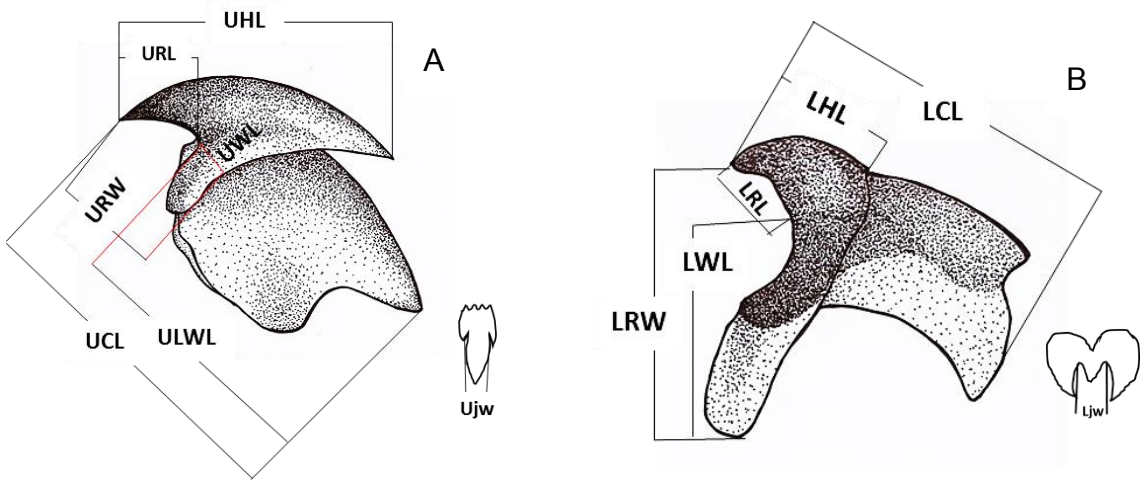


Figure 1 Measurements of upper and lower beaks of cuttlefish

ที่มา : ดัดแปลงจาก Wolff (1981)

นำค่าที่วัดได้ของจะงอยปากบนและจะงอยปากล่าง ไปหาค่าความสัมพันธ์กับค่าความยาวลำตัว (Mantle Length) ความยาวเหยียด (Total Length) และน้ำหนักตัว (Body weight) โดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้ สมการการถดถอย (Linear regression) เชิงเส้นทดสอบด้วย F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ ($P \leq 0.05$)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ขนาดและน้ำหนักหมึกกระดองทั้ง 3 ชนิด ดังนี้ 1) หมึกกระดองหางแหลม (*S. aculeata*) จำนวนทั้งหมด 162 ตัวมีความยาวลำตัว (ML) อยู่ในช่วง 4.70-14.10 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.50 ± 1.88 เซนติเมตร ความยาวเหยียด (TL) อยู่ในช่วง 8.2 – 55.60 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15 ± 17.90 เซนติเมตร น้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 18.81-342.10 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 111.24 ± 63.03 กรัม 2) หมึกกระดองหางงอ (*S. recurvirostra*) จำนวนทั้งหมด 50 ตัวมีความยาวลำตัว อยู่ในช่วง 3.10-6.60 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.8 ± 0.85 เซนติเมตร ความยาวเหยียดลำตัว อยู่ในช่วง 4.30 -10.60 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.46 ± 1.46 เซนติเมตร น้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 3.47-42.32 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.93 ± 8.39 กรัม และ 3) หมึกกระดองก้นไหม้ (*S. inermis*) จำนวนทั้งหมด 139 ตัว มี ความยาวลำตัว อยู่ในช่วง 3.30-8.60 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.77±1.09 เซนติเมตร ความยาวเหยียด

ลำตัว อยู่ในช่วง 5.50-35.50 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.43 ± 7.46 เซนติเมตร น้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 3.02-90.30 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.672 ± 19.732 กรัม

1. ลักษณะและสัดส่วนจะงอยปากของหมึกกระดอง (Figure 2)

1.1 จะงอยปากบน

จะงอยปากบนของหมึกกระดองทั้ง 3 ชนิด มีสีน้ำตาลจนถึงสีดำครอบครองพื้นที่จะงอยปากทั้งหมด ส่วนปลายยอดจะงอยปากแหลม ส่วนสันจะงอยปากแหลมและโค้งยาว ส่วนปลายของจะงอยปากมีสีดำจนถึงน้ำตาลเข้มกินพื้นที่ประมาณ 1/8 ของความยาวสันจะงอยปากบน (UHL) ปลายสุดของจะงอยปากจนถึงมุมด้านในขอบจะงอยปาก (jaw angle) เป็นน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำครอบครองพื้นที่ส่วนของความยาวสันจะงอยปากบนเกือบทั้งหมด ส่วนปีกสันจะงอยปากยาวและโค้งจนไปถึงส่วนของฐานสันจะงอยปาก ส่วนผนังจะงอยปากกว้างด้านข้างเป็นแผ่นโค้ง จากขอบปีกจะงอยปากจนถึงฐานสุดของจะงอยปากมีส่วนที่เว้าอย่างชัดเจน และขอบด้านหน้าของสันจะงอยปากจนถึงมุมด้านในเรียบไม่เป็นฟันเลื่อย

1.1.1 หมึกกระดองหางแหลม สัดส่วนจะงอยปากบน ดังนี้ ความยาวสันจะงอยปากบน : ความยาวเหยียดจะงอยปากบน 10.44:13.80 (UHL:UCL) ความยาวสันจะงอยปากบน : ความยาวเหยียดจากปีกบน 10.44:9.30 (UHL:ULWL) ความยาวปลายจะงอยปากบน : ความยาวเหยียดจะงอยปากบน 2.76:13.80 (URL:UCL) และความยาวเหยียดจะงอยปากบน : ความยาวเหยียดจากปีกบน 13.80:9.30(UCL:ULWL)

1.1.2 หมึกกระดองหางงอ สัดส่วนจะงอยปากบน ดังนี้ ความยาวสันจะงอยปากบน : ความยาวเหยียดจะงอยปากบน 4.99:6.88 (UHL:UCL) ความยาวสันจะงอยปากปากบน : ความยาวเหยียดจากปีกบน 4.99:2.41 (UHL:ULWL) ความยาวปลายจะงอยปากบน : ความยาวเหยียดจะงอยปากบน 1.27:6.88 (URL:UCL) และความยาวเหยียดจะงอยปากบน : ความยาวเหยียดจากปีกบน 6.88:2.41 (UCL:ULWL)

1.1.3 หมึกกระดองก้นไหม้ สัดส่วนจะงอยปากบน ดังนี้ความยาวสันจะงอยปากบนกับความยาวเหยียดจะงอยปากบน 7.17:9.62 (UHL:UCL) ความยาวสันจะงอยปากบน : ความยาวเหยียดจากปีกบน 7.17:8.28 (UHL:ULWL) ความยาวปลายจะงอยปากบน : ความยาวเหยียดจะงอยปากบน 2.03:9.62 (URL:UCL) และความยาวเหยียดจะงอยปากบน: ความยาวเหยียดจากปีกบน 9.62:8.28 (UCL:ULWL)

1.2 จะงอยปากล่าง

จะงอยปากล่างไม่แหลม สันจะงอยปากสั้นและแคบเล็กน้อย มุมจะงอยปากด้านหน้ากว้าง ส่วนปลายจะงอยปากเป็นสีดำจนถึงมุมของขอบสันจะงอยปาก ครอบครองพื้นที่ประมาณ ½ ของความยาวสันจะงอยปากล่าง ส่วนของปีทั้ง 2 ข้างยื่นยาวออกมาเป็นแผ่นเรียบเสมอกันตลอดทั้งแผ่น และส่วนปลายของฐานปีกมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามุมโค้ง ขอบด้านหน้าของจะงอยปากล่างมีลักษณะที่เรียบและมีส่วนบนเป็นร่องคล้ายฟันเลื่อย

1.2.1 หมึกกระดองหางแหลม สัดส่วนจะงอยปากล่าง ดังนี้ ความยาวสันจะงอยปากล่าง : ความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง 3.85:10.17 (LHL:LCL) ความยาวสันจะงอยปากล่าง : ความยาวปีกจะงอยปากล่าง 3.85:6.63 (LHL:LWL) และความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง : ความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก 10.17:9.47 (LCL:LRW)

1.2.2 หมึกกระดองหางงอ สัดส่วนจะงอยปากล่าง ดังนี้ ความยาวสันจะงอยปากล่าง : ความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง 1.48:4.86 (LHL:LCL) ความยาวสันจะงอยปากล่าง : ความยาวปีกจะงอยปากล่าง 1.48:3.51 (LHL:LWL) และความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง : ความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก4.86:4.705 (LCL:LRW)

1.2.3 หมึกกระดองก้นไหม้ สัดส่วนจะงอยปากล่าง ดังนี้ ความยาวสันจะงอยปากล่าง : ความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง 2.69:6.98 (LHL:LCL) ความยาวสันจะงอยปากล่าง : ความยาวปีกจะงอยปากล่าง 2.69:4.52 (LHL:LWL) และและความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง : ความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก 6.98:6.32 (LCL:LRW)

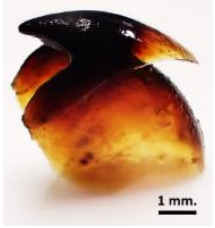
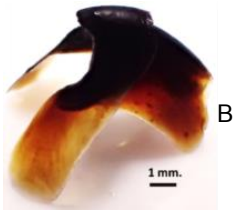
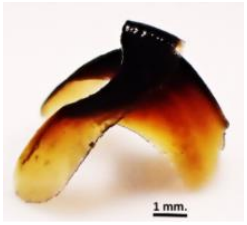
Characteristic of beak	*Sepia aculeata*	*Sepia recurvirostra*	*Sepiella inermis*
A) Upper Beak	 A	 C	 E
B) Lower Beak	 B	 D	 F

Figure 2 Characteristic of upper beak and lower beak : A-B) *S. aculeata*, C-D) *S. recurvirostra* and E-F) *Sepiella inermis*.

2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากกับความยาวลำตัวของหมึกกระดอง 3 ชนิด

2.1 หมึกกระดองหางแหลม

2.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากบนกับความยาวลำตัว (ML) ของหมึกกระดองหางแหลม พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ โดยส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากบน (UCL) กับความยาวลำตัวดังสมการ ML=0.542+ 0.650UCL (r^2=0.829, n=162) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวสันจะงอยปากบน (UHL) กับความยาวลำตัวดังสมการ ML = 1.026+0.812UHL (r^2=0.760, n=162)

2.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากล่างกับความยาวลำตัว (ML) ของหมึกกระดองหางแหลมพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ โดยส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก (LRW) กับความยาวลำตัวดังสมการ

ML = 0.379+0.897LRW (r^2 =0.822, n=162) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง (LCL) กับความยาวลำตัวดังสมการ ML = 1.494+0.846LCL (r^2= 0.737, n=162)

2.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากบนกับน้ำหนักตัว ของหมึกกระดองหางแหลม พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P ≤ 0.05 ส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวสันจะงอยปากบน (UHL) กับน้ำหนักดังสมการ W = -176.850+27.584UHL (r^2=0.783, n=162) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากบน (UCL) กับน้ำหนัก ดังสมการ W = -179.839+21.098UCL (r^2=0.779, n=162)

2.1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากล่างกับน้ำหนักตัว (W) ของหมึกกระดองหางแหลมพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P ≤ 0.05 ส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง (LCL) กับน้ำหนักตัว ดังสมการ W = -190.938+29.699LCL (r^2=0.804, n = 162) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก (LRW) กับน้ำหนัก ดังสมการ W = -162.966+28.964LRW (r^2=0.770, n=162)

2.2 หมึกกระดองหางงอ

2.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากบนกับความยาวลำตัว ของหมึกกระดองหางงอ พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P ≤ 0.05 โดยส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวสันจะงอยปากบน (UHL) กับความยาวลำตัว ดังสมการ ML=0.987+ 0.764UHL (r^2=0.816, n=50) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวปลายจะงอยปากบน (URL) กับความยาวลำตัวดังสมการ ML = 1.920+ 2.266URL (r^2 =0.771, n=50)

2.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากล่างกับความยาวลำตัวของหมึกกระดองหางงอ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P ≤ 0.05 โดยส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง (LCL) กับความยาวลำตัวดังสมการ ML = 1.100+0.761LCL (r^2=0.790, n=50) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก (LRW) กับความยาวลำตัวดังสมการ ML=1.990+0.597LRW (r^2=0.666, n=50)

2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากบนกับความยาวเหยียด ของหมึกกระดองหางงอ พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P ≤ 0.05 ส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจากปีกบน (ULWL) กับความยาวเหยียด สมการดัง TL = 0.581+1.173ULWL (r^2=0.861, n=50) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากบน (UCL) กับความยาวเหยียด ดังสมการ TL = 0.936+0.949UCL (r^2=0.859, n=50)

2.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากล่างกับความยาวเหยียดของหมึกกระดองหางงอพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P ≤ 0.05 ส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง (LCL) กับความยาวเหยียดดังสมการ TL = 0.921+1.347LCL (r^2=0.851, n=50) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก (LRW) กับความยาวเหยียด ดังสมการ TL= 2.234+1.112LRW (r^2=0.797, n=50)

2.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากบนกับน้ำหนักตัวของหมึกกระดองหางงอ พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจากปีกบน (ULWL) กับน้ำหนัก ดังสมการ W = -22.541+6.728ULWL (r^2=0.857, n=50) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากบน (UCL) กับน้ำหนัก ดังสมการ W = -20.282+5.407UCL (r^2=0.845, n=50) และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวสันจะงอยปากบน (UHL) กับน้ำหนัก ดังสมการ W = -20.691+7.540UHL (r^2=0.827, n=50) ตามลำดับ

2.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากล่างกับน้ำหนักตัว (W) ของหมึกกระดองหางงอ พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง (LCL) กับน้ำหนัก ดังสมการ W = -19.670 +7.5318LCL (r^2=0.809, n=50) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก (LRW) กับน้ำหนัก ดังสมการ W = -13.107+6.384LRW (r^2=0.795, n=50)

2.3 หมึกกระดองก้นไหม้ (*Sepeilla inermis*)

2.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากบนกับความยาวลำตัว ของหมึกกระดองก้นไหม้ พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ โดยส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวสันจะงอยปากบน (UHL) กับความยาวลำตัว ดังสมการ ML = 0.134 +0.787UHL (r^2=0.791, n=139) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากบน (UCL) กับความยาวลำตัวดังสมการ ML = 1.537+0.441UCL (r^2=0.752, n=139)

2.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากล่างกับความยาวลำตัว (ML) ของหมึกกระดองก้นไหม้ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ โดยส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง (LCL) กับความยาวลำตัวดังสมการ ML=0.907+0.697LCL (r^2= 0.770, n=139) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก (LRW) กับความยาวลำตัวดังสมการ ML=1.175+0.728 LRW (r^2=0.742, n=139)

2.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากบนกับน้ำหนักของหมึกกระดองก้นไหม้ พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากบน (UCL) กับน้ำหนัก ดังสมการ W = -39.310+8.003UCL (r^2 =0.770, n=139) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวสันจะงอยปากล่าง (UHL) กับน้ำหนัก ดังสมการ W = -61.849+13.887UHL (r^2=0.765, n=139)

2.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจะงอยปากล่างกับน้ำหนัก (W) ของหมึกกระดองก้นไหม้ พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ส่วนที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง (LCL) กับน้ำหนักดังสมการ W= -50.078 +12.564LCL (r^2=0.777, n=139) รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของปลายยอดจะงอยปากล่างถึงขอบด้านในของปีก (LRW) กับน้ำหนัก ดังสมการ W=-42.744+12.732LRW (r^2=0.704, n=139)

ลักษณะของจะงอยปากหมึกกระดองทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมาก อย่างไรก็ตาม ลักษณะของจะงอยปากของหมึกกระดองพบว่ามีความแตกต่างกับปลาหมึกกลุ่มอื่น ๆ เช่นกลุ่มหมึกกล้วย หรือ

กลุ่มหมึกสาย อย่างชัดเจน จากการศึกษาและวิเคราะห์ทางสถิติถึงความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนจะงอยปากกับความยาวและน้ำหนักของหมึกกระดอง 3 ชนิด พบว่าน้ำหนักตัวของหมึกกระดองทั้ง 3 ชนิดมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของจะงอย ซึ่งต่างจากปลาหมึกชนิดอื่น เช่น หมึกกล้วยหรือหมึกสายที่น้ำหนักตัวไม่มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนจะงอยปากเลย ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะทางสรีรวิทยาของหมึกกระดอง โครงร่างภายในเป็นแผ่นหินปูนค้ำจุนแกนกลางหลังของร่างกายเรียกว่า ลิ้นทะเล ทำให้หมึกกระดองมีน้ำหนักตัวโดยรวมที่เพิ่มขึ้น และจึงน่าจะเป็นเหตุผลที่ทำให้หมึกกระดองมีความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนจะงอยปากกับน้ำหนักตัว และจากผลการศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่าหมึกกระดองหางงอ (*S. recurvirostra*) เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดลำตัว (TL) กับสัดส่วนจะงอยปาก การศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับ Wang *et al.* (2013) โดยทำการศึกษาในหมึกกระดองชนิด *Sepia esculenta* และวิเคราะห์ผลการศึกษา ส่วนความยาวสันจะงอยปาก (UHL) มีความสัมพันธ์กับความยาวลำตัว ดังสมการได้แก่ ML = 9.8770×UHL + 4.7132 และทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับสัดส่วนของจะงอยปาก และพบว่าน้ำหนักของหมึกกระดองมีความสัมพันธ์กับส่วนความยาวสันจะงอยปากบน (UHL) มากที่สุดสมการ คือ $W = 41.716e^{0.141}UHL$ และน้ำหนักของหมึกกระดองมีความสัมพันธ์กับส่วนความยาวเหยียดจะงอยปากล่าง (LCL) มากที่สุด สมการคือ $W = 72.727e^{0.1376}$ LCL และจากการศึกษาของ Perez-Gandaras (1983) ในหมึกกระดองชนิด *Sepia officinalis* ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัว (W) กับความยาวสันจะงอยปาก (HL) และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัว (ML) กับความยาวสันจะงอยปาก (HL) สมการดังนี้ ln w= -2.09+4.06 ln (HL) และ ML=-2.14+21.89 (HL) จากตัวอย่างทั้งหมด 53 ตัว อย่างไรก็ตามในอนาคตจำเป็นต้องมีการศึกษาสัดส่วนจะงอยปากกับระยะการเจริญพันธุ์ของปลาหมึกเพื่อทราบถึงพัฒนาการระยะเจริญพันธุ์ของปลาหมึกต่อไป

สรุป

ลักษณะจะงอยปากบนของหมึกกระดองมีสีน้ำตาลจนถึงสีดำครอบครองพื้นที่จะงอยปากทั้งหมด ส่วนปลายยอดจะงอยปากแหลม สันจะงอยปากโค้งยาวไปด้านหลัง ส่วนปลายของจะงอยปากมีสีดำจนถึงน้ำตาลเข้มกินพื้นที่ประมาณ 1/8 ของความยาวสันจะงอยปากบน (UHL) จะงอยปากล่าง ปลายจะงอยไม่แหลม สันจะงอยปากสั้นและค่อนข้างแคบ มุมปากด้านหน้ากว้าง ส่วนของปีกทั้ง 2 ข้างยื่นยาวออกมาเป็นแผ่นเรียบเสมอกันตลอดทั้งแผ่น และส่วนปลายของฐานปีกมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าปลายขอบมน สัดส่วนของจะงอยปาก 1)หมึกกระดองหางแหลมสัดส่วนจะงอยปากบน(UHL:UCL) 10.44:13.80 และสัดส่วนจะงอยปากล่าง (LHL:LCL) 3.85:10.17 2)หมึกกระดองหางงอ สัดส่วนจะงอยปากบน (UHL:UCL) 4.99:6.88 และสัดส่วนจะงอยปากล่าง (LHL:LCL) 1.48:4.86 และ 3) หมึกกระดองก้นไหม้ สัดส่วนจะงอยปากบน (UHL:UCL) 7.17:9.62 และสัดส่วนจะงอยปากล่าง (LHL:LCL) 2.69:6.98 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างจะงอยปากกับความยาวลำตัวหรือน้ำหนัก ของหมึกกระดอง 3 ชนิด ดังนี้ 1) หมึกกระดองหางแหลม ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับสัดส่วนจะงอยปากบนและล่าง ดังสมการ ML=0.542 + 0.650UCL (r^2 =0.829), ML = 0.379+0.897LRW (r^2 =0.822) ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวกับสัดส่วนจะงอยปากบนและล่าง ดังสมการ W = -176.850+ 27.584UHL (r^2=0.783), W = -190.938+29.699LCL (r^2=0.804) ตามลำดับ 2) หมึกกระดองหางงอ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับสัดส่วนจะงอยปากบน

และล่าง ดังสมการ ML = 0.987+ 0.764UHL (r^2 =0.816), ML = 1.100 + 0.761LCL (r^2 = 0.790) ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดลำตัวกับสัดส่วนจะงอยปากบนและล่างTL = 0.581+1.173ULWL (r^2=0.861), TL = 0.921 +1.347LCL (r^2=0.851) ตามลำดับ และ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวกับสัดส่วนจะงอยปากบนและล่าง ดังสมการ W = -22.541+6.728ULWL (r^2=0.857) W = -19.670 +7.5318LCL (r^2=0.809) ตามลำดับ 3) หมึกกระดองก้นไหม้ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับสัดส่วนจะงอยปากบนและล่าง ดังสมการ ML = 0.134 +0.787UHL (r^2 =0.791), ML = 0.907+ 0.697LCL (r^2 = 0.770) ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวกับสัดส่วนจะงอยปากบนและล่าง ดังสมการ W = -39.310 + 8.003UCL (r^2 =0.770) และ W= -50.078 +12.564LCL (r^2=0.777) ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่สนับสนุนสถานที่ในการวิเคราะห์ผลงาน

เอกสารอ้างอิง

สนธยา ผุยน้อย, จรวย สุขแสงจันทร์ และทศพล แซ่เฮง. 2560. ลักษณะของจะงอยปาก และความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนจะงอยปากกับความยาวของหมึกหลอดชนิด *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii* (Orbigny, 1835), น. 659-666. *ใน* **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 56 (สาขาประมง)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bi. L. L., X. J. Chen, Y. Chen and G. Y. Hu. 2015. Determination of Squid age Using upper beak rostrum sections: technique improvement and comparison with the statolith. **Mar Biol**. 162: 1685-1693.

Lefkaditou E. and P. Bekas. 2004. Analysis of beak morphometry of the horned octopus *Eledone cirrhosa* (Cephalopoda: Octopoda) in the Thracian Sea (NE Mediterranean). **Mediterranean Marine Science**. 5/1, 143-149.

Lu, C.C. and R. Ickeringill, 2002. Cephalopod beak identification and biomass estimation techniques: tools for dietary studies of southern Australian finfishes. **Museum Victoria Science Reports No.6**.: 1-65.

Perez-Gandaras, P.G. 1983. Estudio de los cefalopodos ibericos: sistematica y binomial mediante el studio morfometrico comparado de sus mandibulas. **Doctoral thesis, Univ. Complutense de Madrid**, 350

Wang X.,L. Changlin,C. Siqing,S. Jianming,L. Chunsheng and X. Fuzhu. 2013. Relationship between beak shape parameters and mantle length, body weight of Sepia esculenta Hoyle. **Fishery Modernization**. 03.

Wolff, G. A. 1981. A beak key for eight eastern tropical pacific cephalopod species with relationships between their beak dimensions and size. **Fish Bull**. 80 (2): 357-370.

Wolff, G. A. 1984. Identification and Estimation of Size from the Beaks of 18 Species of Cephalopods From the Pacific Ocean. **NOAA Technical Report NMFS 17**.

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อประชากรหอยลาย (*Paratapes undulatus* (Born, 1778)) และสัตว์พื้นทะเลชนิดเด่น บริเวณช่องเกาะช้าง จังหวัดตราด

Impact of Environmental Factors Changing on Short Neck Clam *(Paratapes undulatus* (Born, 1778)) Populations and Dominant Species of Benthos at Koh Chang, Trat Province

ศักดิ์ชัย กรรมารางกูร[1] นภาขวัญ แหวนเพชร[1*] จิตติมา อายุตตะกะ[1] และ ปริญญา ลิมป์วิริยะกุล[1]

Sakchai Kanmarangkool[1], Napakhwan Whanpetch[1*], Chittima Aryuthaka[1] and Parinya Limviriyakul[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับความหนาแน่นของหอยลาย และสัตว์พื้นทะเลชนิดเด่นในบริเวณช่องเกาะช้าง จังหวัดตราด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2558 ถึง เดือนกรกฎาคม 2559 จำนวน 6 สถานี เป็นสถานีใกล้ฝั่ง 3 สถานี และสถานีที่นอกแนวชายฝั่ง 3 สถานี โดยใช้เรือคราดหอยลายพบว่าหอยลายมีการกระจายตัวหนาแน่นในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษา (สถานีที่ 2 และ สถานีที่ 5) และพบว่าปลิงหัวมันเทศเป็นสัตว์พื้นทะเลชนิดเด่นในทุกสถานี โดยพบหนาแน่นสุดในสถานีที่ 1 พื้นที่ศึกษาทั้งหมดมีลักษณะอนุภาคดินตะกอนแบบ ทรายปนโคลน หรือโคลนปนทราย หลังจากเดือนมกราคม 2559 จำนวนและความหนาแน่นของหอยลายลดลงอย่างต่อเนื่อง และหลังจากเดือนเมษายน 2559 ปลิงหัวมันเทศได้ลดลงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยที่ลักษณะอนุภาคดินตะกอนในทุกสถานีได้เปลี่ยนเป็นโคลนในเดือนมีนาคม 2559 เป็นต้นไป การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของลักษณะอนุภาคดินตะกอน อาจจะส่งผลต่อกระทบต่อความหนาแน่นของหอยลาย และปลิงมันเทศในเชิงระบบนิเวศ

ABSTRACT

A study of the relationship between the environment and short necked clam density and dominance benthos in the strait of Koh Chang, Trat province, in August 2015 to July 2016, 6 stations was located near three coast stations and three offshore stations. In the middle of the study area (station 2 and station 5) the short neck clam was together with the sweet sea potato which was the dominance species in all stations. The maximum density of the sweet sea potato showed in the first station. The study area was characterized by silty sand, or sandy silt. Since January 2016, number and density of short neck clam have decreased continuously whereas sweet sea potato has declined since April 2016 as well. The sediment particle size in all stations changed to silt in March 2016. Physical changes of sediment particles may affect the density of both short neck clam and sweet sea potato in the ecosystem.

Key words: short necked clam, *Paratapes undulatus*, sediment particles, Trat 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

หอยลายเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจทางด้านการบริโภค ในปี พ.ศ. 2556 ผลผลิตหอยลายทั้งประเทศเท่ากับ 12,367 ตัน (กรมประมง, 2558) หอยลาย (Short necked clam หรือ Venus shell หรือ Carpet shell หรือ Surf clam) เป็นหอยสองฝาที่มีฝาเท่ากัน เปลือกบาง รูปร่างยาวรี มีลวดลายหยักหรือเป็นตาข่ายตลอดความยาวของตัวหอย ขอบบนของฝาด้านในมีฟันอยู่ฝาละ 3 ซี่ (กรมประมง, 2521) จัดอยู่ใน Phylum Mollusca Class Pelecypoda Order Eulamellibranchia Family Veneridae และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Paratapes undulatus* (Born, 1778) เปลือกมีสีน้ำตาลอ่อนหรือน้ำตาลเข้ม หอยลายชอบฝังตัวอยู่ ตามพื้นดินที่มีองค์ประกอบดินเลน โดยฝังตัวที่ระดับความลึก 1 – 25 เซนติเมตร บริเวณแหล่งอาศัยของหอยลายมักจะอยู่ต่ำจาก ระดับน้ำทะเลประมาณ 4-6 เมตร จากผลสำรวจแหล่งการประมงต่าง ๆ ในอ่าวไทยปี พ .ศ. 2525 พบว่าแหล่งประมงหอยลายทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยอยู่ในบริเวณจังหวัดตราด บริเวณอ่าวไทยตอนในอยู่บริเวณจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และเพชรบุรี บริเวณตอนใต้ของอ่าวไทยจะพบในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช (เธียร และคณะ, 2526) ในประเทศไทยมีรายงานการพบหอยลายรวมทั้งสิ้น 3 ชนิด คือ *Paphia undulate (Paratapes undulatus)*, *Paphia alapapilionis* และ *Paphia crassisulca* (กองประมงทะเล, 2535) และเนื่องจากหอยลายเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยจังหวัดตราดมีแหล่งหอยลาย 3 แห่ง คือ ด้านทิศตะวันตกของช่องเกาะช้าง ด้านปลายแหลมศอก และชายฝั่งทะเลอำเภอคลองใหญ่ และทำการประมงในเดือน สิงหาคม-พฤศจิกายน มีหอยลายขึ้นท่า วันละ 4-22 ตัน (รัชกฤต และคณะ, 2560 *อ้างถึง* วิเศษ และวัฒนา, 2520) ในปี พ.ศ. 2553 พบว่าบริเวณจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด มีผลผลิตทางประมงของหอยลายลดลงเหลือ 3,913 ตัน (กรมประมง, 2555) จนเกิดแนวทางฟื้นฟูแหล่งอนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์หอยลายเพื่อการแพร่ขยายพันธุ์ในธรรมชาติในปี พ.ศ. 2554 (รัชกฤต และคณะ, 2560) แต่กลับพบว่าผลผลิตทางประมงของหอยลายยังคงลดลง จากสถิติกรมประมง พ.ศ. 2558 มีผลผลิตประมงหอยลาย 5,000 ตัน มูลค่า 150 ล้านบาท (กรมประมง, 2560) แต่ใน พ.ศ. 2559 มีผลผลิตหอยลายเหลือเพียง 14.80 ตัน (กรมประมง, 2561) การที่ผลผลิตลดลงสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาการเสื่อมโทรมของแหล่งหอยลายในธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต

ในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะขนาดดินตะกอนบริเวณพื้นทะเลที่เป็นแหล่งที่อยู่ กับจำนวนและความหนาแน่นหอยลายและสัตว์พื้นทะเลชนิดเด่น ในบริเวณช่องเกาะช้าง อำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการทำประมงคราดหอยลาย และเป็นบริเวณพื้นที่ฟื้นฟูแหล่งอนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์หอยลาย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการแหล่งประมงหอยลายแบบยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างในบริเวณแหล่งที่มีการทำประมงคราดหอยลาย บริเวณช่องเกาะช้าง อำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด (Figure 1) โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 6 สถานี กำหนดเป็นสถานีใกล้แนวชายฝั่งจำนวน 3 สถานี (TR1 TR2 และ TR3) และสถานีที่อยู่ด้านนอกแนวชายฝั่งจำนวน 3 สถานี (TR4 TR5 และ TR6) ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในช่วงเดือนสิงหาคม 2558 ถึง กรกฎาคม 2559 จำนวน 7 ครั้งบันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ของแต่ละสถานีในเครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก GPS (Global Position System) ใช้พิกัดกริดแบบยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator; UTM) ที่ 48P

การศึกษาตัวอย่างสัตว์พื้นทะเล

ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้เรือประมงคราดสัตว์พื้นทะเลในพื้นที่บริเวณพื้นที่ศึกษา คราดมีขนาดกว้าง 18 เซนติเมตร ยาว 160 เซนติเมตรและลึก 100 เซนติเมตร ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่าง (คราด) เป็นเวลาประมาณ 5 นาที จำนวน 2 รอบ คำนวณพื้นที่จากเครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก GPS

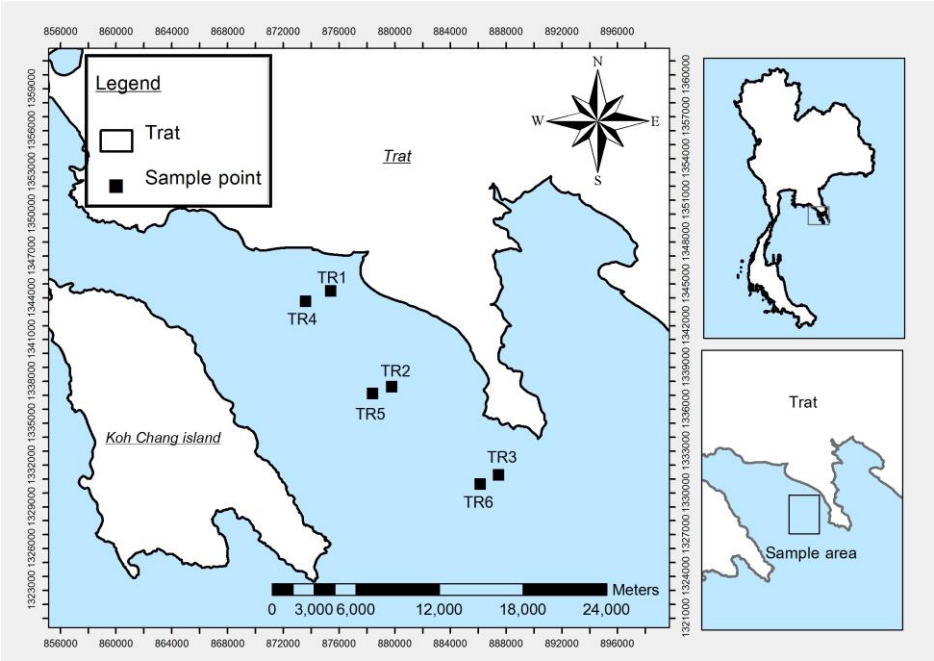


Figure 1 Sampling sites in Koh Chang, Trat Province

การศึกษาคุณภาพน้ำ

ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา โดยทำการตรวจวัดคุณสมบัติเบื้องต้นทางกายภาพของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ด้วยเครื่อง Multiparameter Water Quality Monitor YSI รุ่น 85/10 FT

การศึกษาลักษณะอนุภาคดินตะกอน

เก็บตัวอย่างดินตะกอนในบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยใช้เครื่องมือตักดิน (Ekman grab) ขนาด 15 x 15 ตารางเซนติเมตร ทำการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนโดยใช้วิธี Pipette method of Sedimentation Analysis โดยนำดินตะกอนที่ได้ผึ่งแห้ง แล้วอบไล่ความชื้นที่ 100 – 105 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 20 นาที โดยมีปริมาณตัวอย่างที่จะใช้วิเคราะห์ลักษณะอนุภาคดินตะกอน ประมาณ 25 – 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่นกวนจน

ละลาย แยกอนุภาคดินตะกอนขนาดต่ำกว่า 0.063 มิลลิเมตร แล้วใส่ตัวอย่างในกระบอกตวง ปรับปริมาตรน้ำเป็น 1 ลิตร คนให้เข้ากันที่อุณหภูมิห้อง 28 องศาเซลเซียส เริ่มจับเวลาแล้วดูดสารละลายตามเวลาที่กำหนดดังนี้ 20 วินาที, 1 นาที 35 วินาที, 6 นาที 22 วินาที, 25 นาที 28 วินาที และ 1 ชั่วโมง 43 นาที อบแห้งที่ 100 – 105 องศาเซลเซียส 1 – 2 ชั่วโมง คำนวณสัดส่วนร้อยละตามวิธีการ Sediment analysis (Holme and McIntyre, 1984)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง (Table 1) พบว่าหอยลาย (Short necked clam, *Paratapes undulatus* (Born, 1778)) มีการกระจายตัวหนาแน่นอยู่ในบริเวณสถานีที่ 2 (TR2) และ 5 (TR5) อยู่ที่ประมาณ 60,000 ตัวต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นตอนกลางของพื้นที่ศึกษา เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของรัชกฤต และคณะ (2560) ที่ทำการปล่อยพ่อแม่พันธุ์หอยลายในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ที่พบหอยลายมากที่สุดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ที่ 142,189 ตัวต่อตารางกิโลเมตร และเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 21,875 ตัวต่อตารางกิโลเมตร เป็นบริเวณใกล้เคียงกับสถานีที่ 1 (TR1) และ 4 (TR4) แต่จากการสำรวจบริเวณสถานีดังกล่าวกลับพบความหนาแน่นของหอยลายสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 เพียง 2,719 ตัวต่อตารางกิโลเมตร

Table 1 Average density of Short neck clam and Sweet sea potato in Koh Chang, Trat Province (ind. km^{-2})

Station	Date	30 Aug 15	21 Nov 15	13 Jan 16	14 Mar 16	23 Apr 16	25 May 16	3 Jul 16
TR1	Short neck clam	0	0	326	319	356	367	1420
	Sweet sea potato	257,679	428,974	676,785	643,204	641,382	218,732	467,898
TR2	Short neck clam	60,188	30,650	11,829	7,124	2,095	957	417
	Sweet sea potato	14,829	18,433	96,998	67,142	49,348	27,996	34,792
TR3	Short neck clam	0	1,452	655	2,305	353	0	0
	Sweet sea potato	214,446	117,418	237,611	209,102	208,804	148,311	189,822
TR4	Short neck clam	0	0	0	2,719	625	2,583	0
	Sweet sea potato	317,515	267,713	167,675	141,041	198,438	145,735	164,169
TR5	Short neck clam	64,186	27,785	18,382	8,481	2,002	2,793	640
	Sweet sea potato	20,409	25,824	66,308	40,192	51,041	64,246	29,762
TR6	Short neck clam	0	354	0	320	0	0	314
	Sweet sea potato	52,833	99,858	208,220	242,380	136,978	135,676	73,732

และจากข้อมูลทั้งหมดจะพบว่าความหนาแน่นของหอยลายจะค่อยๆ ลดลง โดยหลังจากครั้งที่ 3 (13 January 16) จะพบการกระจายตัวของหอยลายแบบไม่สม่ำเสมอ สัตว์พื้นทะเลชนิดอื่นที่พบได้แก่ กลุ่มปู ดาวเปราะ หอยคราง ไส้เดือนทะเล และพบปลิงหัวมันเทศ (*Acaudina molpadioides*) เป็นสัตว์พื้นทะเลชนิดเด่นทุกสถานี มีความหนาแน่นที่สุดคือสถานีที่ 1 ที่เป็นพื้นที่ใกล้ฝั่งและถัดมาจากปากคลองท่าตะเภา หลังจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5 (23 April 16) การกระจายตัวของปลิงหัวมันเทศลดลงในเกือบทุกสถานี (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบ Similarity matrices ระหว่างประมาณหอยลาย ปลิงหัวมันเทศและ ร้อยละของขนาดอนุภาคตะกอนดิน พบว่าบริเวณสถานีที่ 2 และ 5 ในสองครั้งแรกของการสำรวจถูกจัดแยกเป็นกลุ่ม A (Figure 2) และส่วนที่เหลือมีลักษณะเป็นกลุ่มใหญ่ (กลุ่ม B) โดยมีกลุ่มย่อย (กลุ่ม C) ในกลุ่มใหญ่ซึ่งเป็นกลุ่มที่เกิดจากบริเวณสถานีที่ 1 ที่มีปริมาณปลิงหัวมันเทศสูง และลักษณะขนาดอนุภาคดินตะกอนจะแตกต่างจากสถานีอื่นเนื่องจากเป็นบริเวณใกล้ฝั่งที่มีดินตะกอนจากฝั่งลงสู่ทะเลสูงสุด จากผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าร้อยละขนาดอนุภาคดินตะกอนที่เปรียบแปลงตั้งแต่ช่วงครั้งที่ 3 (13 January 16) มีผลต่อปริมาณสิ่งมีชีวิตพื้นทะเลจนการจัดกลุ่มไม่มีความแตกต่าง (กลุ่ม B) ในเกือบทุกสถานีภายหลังการเปลี่ยนแปลงร้อยละของขนาดอนุภาคดินตะกอน และอาจเป็นเหตุให้ปริมาณหอยลายและปลิงหัวมันเทศลดลงอย่างต่อเนื่อง

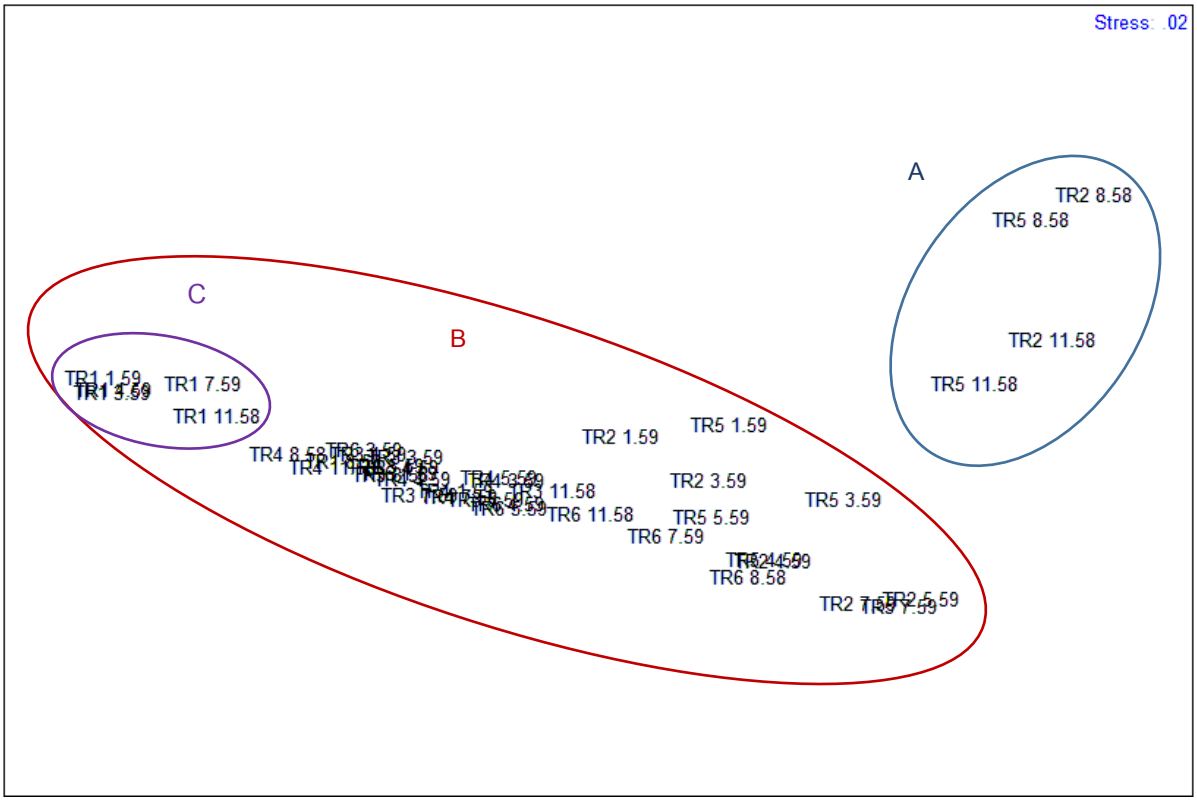


Figure 2 Non-metric multi-dimensional scaling between sediment particle (grain) size and density of benthos

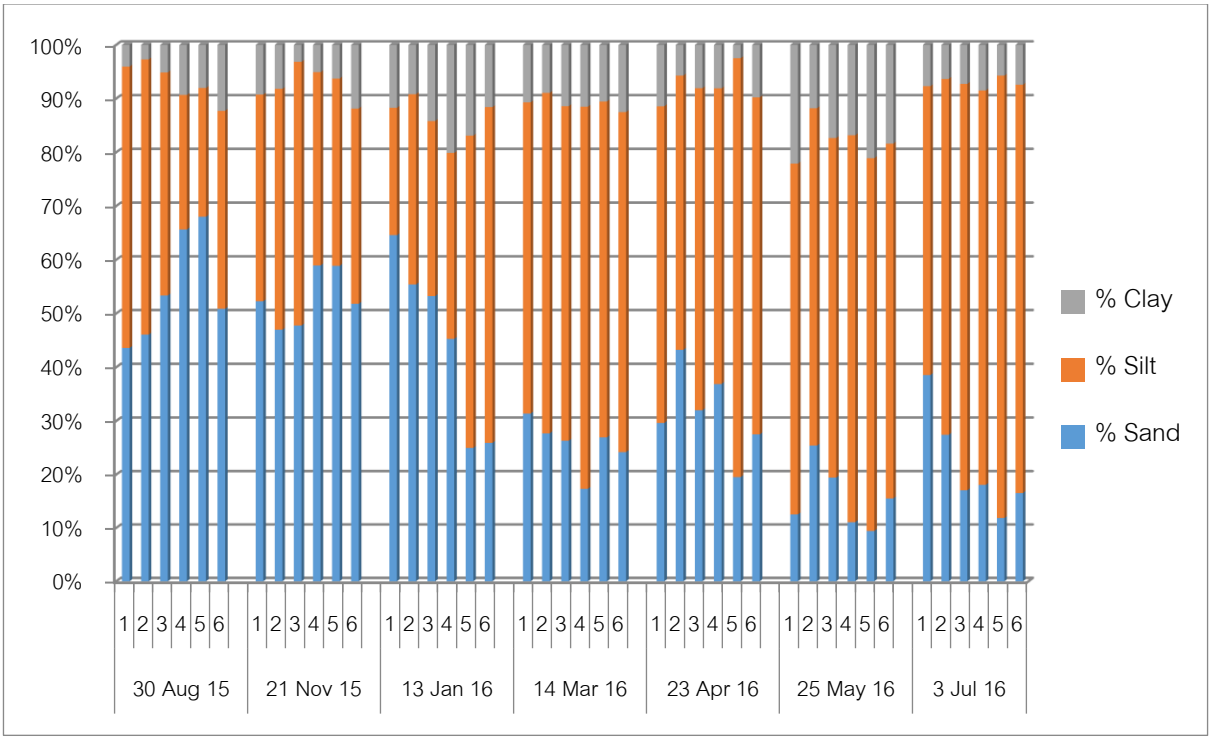


Figure 3 Composition of sediment particle (grain) size in study area

การศึกษาลักษณะอนุภาคดินตะกอน พบว่าในสองครั้งแรก (30 August 15 – 21 November 15) ทุกสถานีมีร้อยละของอนุภาคดินตะกอนเป็นแบบทรายปนโคลน ถึงโคลนปนทราย จนการศึกษาครั้งที่ 4 (14 March 16) ดินตะกอนมีร้อยละของโคลนสูงขึ้นในทุกสถานี (Figure 3) จากการลดลงของร้อยละของทรายในทุกสถานีแบบฉับพลัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้สภาพพื้นทะเลเปลี่ยนไปจนถึงการสำรวจครั้งสุดท้าย โดยมีเฉพาะบริเวณที่ใกล้ปากคลองน้ำเชี่ยวที่จะมีปริมาณทรายเพิ่มขึ้น แต่สถานีที่อยู่กลางช่องเกาะช้างยังคงมีอนุภาคดินตะกอนเป็นโคลนสูง เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำเบื้องต้น พบว่าอุณหภูมิทุกสถานีอยู่ในช่วง 28 – 32 องศาเซลเซียส ค่าความเค็มทุกสถานีอยู่ในช่วง 25 – 32 PSU. พบว่าความเค็มจะลดลงในช่วงฤดูฝน และจะสูงขึ้นในฤดู แล้ง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำทุกสถานีอยู่ในช่วงคือ 2.7 – 7.06 มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 2) สอดคล้องกับการศึกษาชีววิทยาของหอยลายบริเวณบ้านอ่าวช่อ จังหวัดตราดของ สุนันท์และ คณะ (2528) พบว่า อุณหภูมิของน้ำในแหล่งหอยลายมีค่าระหว่าง 22-33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะสูงในเดือนพฤษภาคม ต่ำสุดในเดือนมกราคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.9 องศาเซลเซียส ค่าความเค็มอยู่ในช่วง 13-35 PSU มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.4 PSU ความเค็มที่มี ค่าสูงสุดอยู่ในเดือนธันวาคมถึงพฤษภาคม 32-35 PSU และความเค็มต่ำสุดอยู่ในเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม มีค่าระหว่าง 13-19 PSU (เนื่องจากฝนตก) ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 2-7 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำบริเวณที่มีการทำประมงหอยลายของ อเนก (2527) พบว่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าสูงสุด 5.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเดือนมกราคม และมีค่าต่ำสุด 3.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเดือนเมษายน ส่วนปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่น พบการทำประมงคราดหอยลายในบริเวณสถานีที่ 2 และ 5 ใน 3 ครั้งแรกของการเก็บตัวอย่าง (30 August 15 – 13 January 16) ในครั้งที่ 3 – 5 (13 January 16 – 23 April 16) พบเรือดูดทรายกำลังทำงานอยู่ และครั้งสุดท้าย (3 July 16) พบว่าเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (red tide) ในทุกสถานี

Table 2 Water depth and environmental data in study area

	Date	30 Aug 15	21 Nov 15	13 Jan 16	14 Mar 16	23 Apr 16	25 May 16	3 Jul 16
TR1	Water depth (m.)	1.70	2.70	2.75	2.50	1.50	2.00	2.00
	Temp. (˚C)	29.30	30.20	29.40	30.60	31.40	31.10	28.70
	Salinity (ppt.)	25.30	28.50	30.50	32.00	32.70	31.80	23.90
	DO. (mg/L)	5.04	4.69	5.82	4.76	4.42	5.15	6.84
TR2	Water depth (m.)	3.00	4.10	4.00	3.50	3.00	2.50	3.00
	Temp. (˚C)	29.50	30.70	29.00	30.20	31.70	30.70	29.00
	Salinity (ppt.)	25.80	29.40	30.80	32.30	32.60	31.70	25.80
	DO. (mg/L)	5.12	2.71	4.91	5.18	5.07	4.98	4.72
TR3	Water depth (m.)	5.00	5.50	5.75	4.50	5.00	4.50	4.50
	Temp. (˚C)	29.50	31.40	29.10	30.30	31.70	30.30	28.80
	Salinity (ppt.)	28.60	29.60	31.40	32.30	32.70	31.40	25.60
	DO. (mg/L)	5.09	4.94	2.54	4.81	4.41	3.76	3.92
TR4	Water depth (m.)	3.00	3.40	3.75	3.00	3.00	2.50	2.50
	Temp. (˚C)	30.20	31.10	30.20	30.90	32.60	30.90	28.00
	Salinity (ppt.)	27.50	29.60	31.60	32.60	32.80	31.90	20.00
	DO. (mg/L)	6.31	7.06	6.02	6.21	5.89	5.35	6.38
TR5	Water depth (m.)	4.00	4.50	5.00	3.70	4.00	3.00	3.50
	Temp. (˚C)	30.00	31.30	29.40	30.40	32.10	30.70	28.40
	Salinity (ppt.)	25.80	30.00	31.50	32.40	32.70	31.80	22.90
	DO. (mg/L)	5.95	4.57	5.41	5.00	5.14	5.13	6.24
TR6	Water depth (m.)	5.50	6.00	6.10	5.25	5.50	4.50	4.00
	Temp. (˚C)	29.40	31.60	29.30	30.30	31.70	30.90	29.00
	Salinity (ppt.)	29.70	29.80	31.70	32.30	32.70	31.30	25.70
	DO. (mg/L)	4.45	4.49	4.98	4.50	4.91	4.11	3.46

สรุป

จากลักษณะอนุภาคดินตะกอนเปลี่ยนจาก ทรายปนโคลน หรือ โคลนปนทราย เป็นโคลน (%silt > 50%) โดยเกิดจากร้อยละของทรายต่ำลงในทุกสถานีแบบฉับพลัน จนทำให้เกิดผลการจัดกลุ่มระหว่างช่วงก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงของขนาดดินตะกอน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหลักของลดลงของจำนวนและความหนาแน่นของหอยลาย และปลิงหัวมันเทศ ในบริเวณช่องเกาะช้าง จังหวัดตราด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ การสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัย และพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีงบประมาณ 2558 โครงการวิจัย เรื่องนิเวศวิทยาระดับประชากรของหอยลาย (*Paphai undulata* (Born, 1778)) ชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2521. **สัตว์ทะเลที่เป็นอาหารของคนไทย**. หน่วยสำรวจแหล่งประมง , กรมประมง, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2553. **ผลผลิตหมู่บ้านประมงทะเล ปี 2552**. เอกสารฉบับที่ 6/2554. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 103 หน้า.

กรมประมง. 2555. **ผลผลิตหมู่บ้านประมงทะเล ปี 2553**. เอกสารฉบับที่ 7/2555. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 103 หน้า.

กรมประมง. 2558. **ผลผลิตหมู่บ้านประมงทะเล ปี 2556**. เอกสารฉบับที่ 8/2558. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 103 หน้า.

กรมประมง. 2560. **ผลผลิตหมู่บ้านประมงทะเล ปี 2558**. เอกสารฉบับที่ 1/2560. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 103 หน้า.

กรมประมง. 2561. **สถิติปริมาณการจับสัตว์น้ำจากการทำประมงพื้นบ้าน ปี 2559**. เอกสารฉบับที่ 1/2561. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 136 หน้า.

กองประมงทะเล. 2535. **หอยลายในประเทศไทย**. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เธียร บรรณโศภิษฐ์, สุเมธ ตันติกุล และ สรามิศร อุไรวรรณ์. 2526. การสำรวจแหล่งและปริมาณความชุกชมุของหอยลายตามชายฝั่งทะเลของอ่าวไทย. **รายงานวิชาการฉบับที่ 1**, ฝ่ายสัตว์น้ำอื่น ๆ , กองประมงทะเล กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

รัชกฤต ตันวิไลย, นันทพล สุขสำราญ และ สุวิชา ใจเปี่ยม, 2560, การฟื้นฟูแหล่งพ่อแม่พันธุ์หอยลาย (*Paphia undulate*) บริเวณจังหวัดตราด, **เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 2/2560**, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. *อ้างถึง* วิเศษ ชมเดช และ วัฒนา ภู่เจริญ. 2520. **การสำรวจหอยลายที่จังหวัดตราด**. วารสารการประมง 30(1):469-476.

สุนันท์ ทวยเจริญ, วัฒนา ภู่เจริญ และประนอม เบ็ญจมาลย์. 2528. ชีววิทยาบางประการของหอยลายที่ปลายแหลมศอก บ้านอ่าวช่อ ตำบลอ่าวใหญ่ จังหวัดตราด. **เอกสารรายงานวิชาการ ฉบับที่ 41**. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อเนก จูศิริพงษ์กุล. 2527. **คุณสมบัติของน้ำบริเวณที่มีการประมงหอยลาย**. กองประมงทะเล กรมประมง.

Holme A. Norman and McIntyre D. Alasdair. (1984). **Methods for the Study of Marine Benthos.** Oxford-London- Boston: Blackwell Scientific Publications. 216 p.

การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Suitable Site Selection for Asian Seabass (*Latescalcarlifer* BLOCH, 1790) Cage Culture in Outer Songkhla Lake Using Geographic Information System

นิคม ละอองศิริวงศ์[1] สุพัฒน์ คงฟ่วง[2*] ลักขณา ละอองศิริวงศ์[3] ประมัยพร ทองคณารักษ์[4] นภสินธุ์ รัตนสมบูรณ์[5] และ จุฑารัตน์ กิตติวานิช[6]

Nikhom La-ongsiriwong[1], Supat Khongpuang[2*], Lakana La-ongsiriwong[3], PramaipornThongkanarak[4] Napasin Rattanasomboon[5] and Jutarat Kittiwanich[6]

บทคัดย่อ

เพื่อศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลากะพงขาว (*Latescalcarlifer* BLOCH, 1790) ในกระชังในทะเลสาบสงขลาตอนนอกโดยใช้โปรแกรม IDRISI Selva™ เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำรายเดือน 6 ตัวแปร ประกอบด้วย ความลึก ความเร็วกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ พีเอช ความเค็ม และคลอโรฟิลล์เอ ในช่วงเดือนมกราคม –ธันวาคม 2548สร้างชั้นข้อมูลโดยวิธี interpolation และจำแนกความเหมาะสมของแต่ละตัวแปรโดยวิธี Fuzzy ซึ่งมีค่าความเหมาะสมระหว่าง 0-1นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังโดยใช้เกณฑ์หลายตัวแปร(Multi-criteriaevaluation,MCE)โดยใช้พื้นที่ภายใน 1000 เมตร จากแนวชายฝั่งของเกาะยอและพื้นที่ใกล้เคียงเป็นปัจจัยจำกัดเชิงพื้นที่ โมเดลที่พัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นทั้งความเหมาะสมของพื้นที่รายเดือนและรายปี พบว่า มีพื้นที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลากะพงในกระชัง ณ ระดับความเหมาะสม ≥0.8 และ ≥0.9 เท่ากับ 3.99 และ 1.03 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่การเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังในปัจจุบัน พบว่า กระชังเลี้ยงปลาบางส่วนอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นพื้นที่เปราะบางที่มีโอกาสได้รับผลกระทบจากความลึก ความเร็วกระแสน้ำ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำทำให้การเลี้ยงปลากะพงขาวในพื้นดังกล่าวมีความเสี่ยงสูงโดยเฉพาะในระหว่างช่วงน้ำตาย

ABSTRACT

Suitable cage culture siteselection of Asian Seabass, *Latescalcarifer*, atOuterSongkhla Lake, Thailand, was done in IDRISI Selva™ environment. Six water parameters including water depth, current, dissolved oxygen, pH, salinity, and chlorophyll-a, were collected monthly from field during January – December 2015. Data were transformed to data layers by interpolation, followed by fuzzy reclassification to obtain a fuzzy scale of suitability, varying from 0-1. All water quality suitability layers were used as factors in Multi-criteria evaluation (MCE) processes. Relative weight of factors were done by pairwise comparison technique and proved by consistency ratio (CR) of <0.10. Constraints factor is based on permitted cage culture areas, within 1,000 meters of KohYor and nearby areas. Modelling outputs revealed both monthly and yearly suitable Seabass cage culture sites. At the suitability cut-off scores of 0.8 and 0.9, suitable culture areas of 3.99 and 1.03 km^2 were identified. When compared to the current cage culture space, some farms are in vulnerable sites potentially affected by water depth, water current and dissolved oxygen. Seabass production in these vulnerable culture sites may be in risk, especially during neap tide period.

Keywords: MCE, Seabass culture, Outer Songkhla Lake, Site selection, GIS modelling
*Corresponding author; e-mail address: lnikhom@hotmail.com

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งนราธิวาส กรมประมง 96110

[1]Narathiwat Coastal Aquaculture Research and Development Center, DOF, 96110

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี 94000

[2]Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani, 94000

[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งปัตตานี กรมประมง 94150

[3]Pattani Coastal Aquaculture Research and Development Center, DOF, 94150

[4] ศูนย์ควบคุมการแจ้งเข้า-ออกเรือประมงหลังสวน กรมประมง 86150

[4]Langsuan Port - In and Port - Out Control Center, DOF, 86150

[5] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเขต 6 (สงขลา) กรมประมง 90000

[5] Coastal Aquaculture Research and Development Regional Center 6 (Songkhla), DOF, 90000

[6] กลุ่มวิจัยระบบและการจัดการฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง 10900

[6] Coastal Aquaculture Farming System Research and Management Group, DOF, 10900

คำนำ

ทะเลสาบสงขลาตอนนอกบริเวณบ้านหัวเขา บ้านท่าเสา และรอบๆ เกาะยอ เป็นแหล่งเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังที่สำคัญของจังหวัดสงขลา ซึ่งเกษตรกรในพื้นที่ได้ประกอบอาชีพการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังสร้างรายได้ให้กับครอบครัวมาเป็นเวลาหลายสิบปี ปัจจุบันสภาพแวดล้อมตามแหล่งเลี้ยงปลาในกระชังดังกล่าวค่อนข้างเสื่อมโทรม ซึ่งมีสาเหตุจากหลายๆ ปัจจัย ทั้งจากพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่โดยรอบถูกพัฒนาเป็นแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ยิ่งกว่านั้นในปัจจุบันบางพื้นที่มีโฮมสเตย์ตั้งอยู่ท่ามกลางกระชังเลี้ยงปลา รวมถึงมีการใช้พื้นที่เพื่อการเลี้ยงปลาในกระชังกันมานาน อีกทั้งบางพื้นที่ก็มีกระชังเลี้ยงปลาอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้การเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกต้องประสบกับปัญหาปลาตายทั้งตายแบบทยอยตายและตายฉับพลันพร้อมกันเป็นจำนวนมากอยู่บ่อยครั้งสร้างความเสียหายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาเป็นจำนวนไม่น้อยในแต่ละปี (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสงขลา, 2551; นิคม และคณะ, 2553) ด้วยเหตุนี้ความเหมาะสมของพื้นที่และความยั่งยืนของการเลี้ยงปลาในกระชังในบริเวณเหล่านี้จึงถูกตั้งเป็นประเด็นคำถามว่ามีมากน้อยเพียงใด

ปัจจุบันพื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมักถูกใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้านด้วยกัน ทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้ประโยชน์กลุ่มต่างๆ เทคโนโลยีระบบสารเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS)จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาและการจัดการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพราะสามารถรวมเอาปัจจัยที่มีความหลากหลายและความซับซ้อนเข้าด้วยกัน ทำให้การพัฒนาและการตัดสินใจในด้านการบริหารทำได้ง่ายขึ้น (Ross *et al*., 2009) โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี GIS เพื่อศึกษาความเหมาะสมของพื้นที่การเลี้ยงสัตว์น้ำ(Ross *et al*., 1993; Pérez *et al*., 2003; Khongpuang, 2011)ซึ่งการคัดเลือกพื้นที่เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จและความยั่งยืนของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Pérez *et al*., 2003) การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังโดยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยเทคนิคการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (MCE)โดยใช้ปัจจัยคุณภาพน้ำเป็นหลัก เนื่องจากปัจจัยอื่นๆ เช่น เส้นทางการคมนาคม ความใกล้ไกลจากตลาด แหล่งลูกพันธุ์ เทคนิคการเลี้ยงและการให้อาหารของฟาร์มต่างๆ ไม่แตกต่างกันมากนัก

วิธีดำเนินการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นแหล่งเลี้ยงปลากะพงขาวในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก 3 บริเวณหลัก โดย 2 พื้นที่อยู่ในเขต อ.สิงหนคร (บ้านท่าเสา บ้านหัวเขา) และพื้นที่รอบๆเกาะยอ ซึ่งอยู่ในเขต อ.เมืองสงขลา จังหวัดสงขลา โดยจำกัดเฉพาะพื้นที่ภายใน 1000 เมตร จากแนวชายฝั่ง

2. การกำหนดจุดสุ่มตัวอย่างและการเก็บรวบรวมข้อมูล

กำหนดจุดสุ่มตัวอย่างแบบLine transect จำนวน 29 แนวสุ่ม (Line) โดยมีจำนวนจุดสุ่มทั้งหมด 84 จุด (3 จุดต่อ 1 แนวสุ่ม) ระยะห่างจากฝั่งของจุดสุ่มประมาณ 150 เมตร 350 เมตร และ 800 เมตร ตามลำดับดัง Figure1เก็บตัวอย่างน้ำทุกเดือนเป็นเวลา 1 ปี (มกราคม-ธันวาคม 2558) ประกอบด้วยตัวแปรความลึก ความเร็วกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) พีเอช ความเค็ม และคลอโรฟิลล์เอโดยความลึกของน้ำมีผลต่อปริมาตรน้ำในกระชังที่ปลาอยู่อาศัย ส่วนความเค็มและพีเอชเกี่ยวข้องสมดุลแร่ธาตุ(Osmoregulation) ของปลาและสื่อถึงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ระบุใน Table 1พร้อมบันทึกพิกัดUTMของสถานีสุ่มโดยเครื่องจีพีเอสแบบพกพา Garmin GPSMap 60CSx

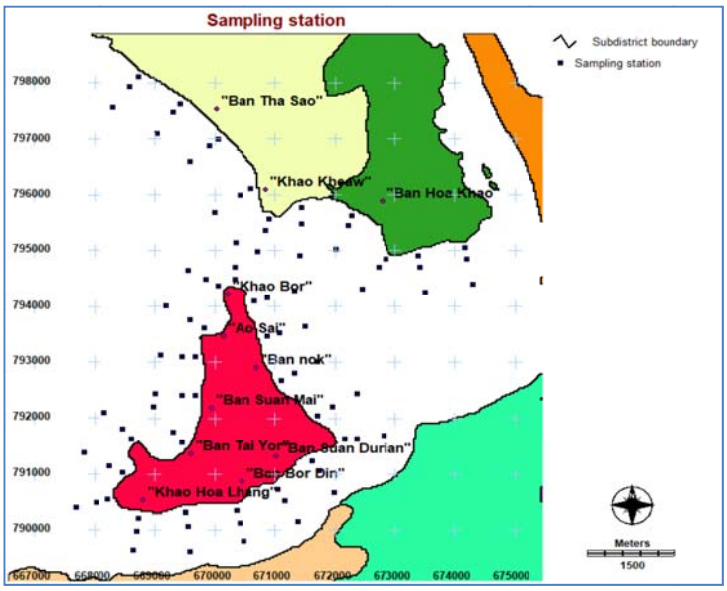


Figure1 Sampling stations

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงภูมิสารสนเทศ(Geograpical Data Analysis)

3.1 การเตรียมข้อมูลและชั้นข้อมูลนำเข้า (Database and Data Layer Constructions)

นำข้อมูลคุณภาพน้ำจากการสุ่มมาสร้างฐานข้อมูลโดยซอฟท์แวร์IDRSI Selva™ส่งออก(Export) ข้อมูลคุณภาพน้ำแบบจุดเป็นไฟล์ข้อมูลแบบเวคเตอร์ (Vectorfile) และสร้างชั้นข้อมูลในแบบราสเตอร์ (Raster layer) โดยวิธี Interpolation และกรองข้อมูล(Filter)โดยใช้ขนาด 7*7 พิกเซลสำหรับวิเคราะห์ในลำดับถัดไป

3.2 การพัฒนาตัวแบบเพื่อหาพื้นที่ๆเหมาะสมในการเลี้ยงปลากะพงในกระชัง (Site Suitability Modeling)

3.2.1 การจำแนกความเหมาะสมของชั้นข้อมูลคุณภาพน้ำแต่ละตัวแปร

จำแนกโดยวิธีFuzzy classification แบบ Sigmoidal functionซึ่งจะเปลี่ยนชั้นข้อมูล (Layer) คุณภาพน้ำให้เป็นค่าความเหมาะสม (Suitability score; SC) ซึ่งมีค่า0-1 ค่า 1 คือเหมาะสมที่สุด(Eastman, 1999) การศึกษาครั้งนี้ใช้ฟังก์ชั่นย่อยแบบ Symmetricfunctionและ Monotonically increasingfunctionโดยค่าตัวแปรณ จุดอ้างอิง(Control points; CPs) a b c และ d ตลอดจนนิยามของจุดอ้างอิงดังรายละเอียดในTable 2

3.2.2 การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาในกระชังการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (MCE)

เปรียบเทียบความสำคัญของคุณภาพน้ำแต่ละตัวด้วยวิธี Pairwise comparison (Eastman, 1999)และคำนวณน้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัวโดยโมดูล Weight โดยค่า Consistency ratios (CR)ของชุดน้ำหนักที่ได้ต้องน้อยกว่า 0.10(Saaty, 1977) ดัง Table 3 จากนั้นหาความเหมาะสมของพื้นที่โดยรวม (Overall suitability) ในการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังโดยวิธีการประเมินแบบหลายเกณฑ์ (Multi-criteria Evaluation; MCE) โดยใช้เขตพื้นที่

Table1 Water quality parameters, sampling stations, sampling frequency and sample analysis methods

Parameters	Sampling* stations/month	Sampling time/year	Tools and analysis methods
Depth (cm)	67-81	11	Measuring plum
Current (cm/s)	20-73	10	Flow meter; Valeport105
DO (mg/L)	52-81	11	YSI Multi-probe 600QS
pH	67-81	10	YSI Multi-probe 600QS
Salinity (ppt)	67-81	11	YSI Multi-probe 600QS
Chlorophyll_a (µg/L)	68-81	11	Spectrophotometric method (Strickland and Parson,1972)

Table 2 Water parameters and control points (CPs) for fuzzy classification by sigmoidal function

Parameters	Suitable range, References and Control points (a, b, c and d)
Depth*	Minimum water depth should be >1.0 m during low tide (field survey) (a = 1 m; b = 2 m; c = 4.5 m; d =5.5 m)
Current*	Suitable water current0.05-1 m/s (Loka, 2016) (a = 0 m/s; b = 0.05 m/s; c = 0.60 m/s d = 1.0 m/s)
DO**	≥ 4 mg/lis a suitable level for pelagic fish (Loka, Vaidya, & Philipose 2012) ; 4-9 mg/l is a suitable range for seabassculture (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2007) (a = 0 mg/L; b = 4 mg/L; c = 4 mg/L d = 4 mg/l)
pH*	7.5-8.5 (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2007) (a = 7; b = 7.5; c = 8.5; d = 9)
Salinity*	0-30 ppt ((National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2007; (Loka 2016;Loka, Vaidya and Philipose 2012) (a = 0 ppt; b = 10 ppt; c = 20 ppt; d = 30ppt)
Chlorophyll-a*	Possibility of plankton bloom indicator; Low 0-5 µg/L, Medium 5-20 µg/L, High 20-60 µg/L, Very high or Hypereutrophic>60 µg/L(Brickeret *al*., 2003)(a = 0µg/L; b = 5 µg/L; c = 20 µg/L; d = 60 µg/L)

*Symmetric function's CPs:a=SC rises above 0, b=SC becomes 1, c=SC falls below 1 and d=SC becomes 0

** Monotonically increasing function's CPs: a=SC rises above 0, b=c=d=SC becomes 1

อนุญาตให้เลี้ยงสัตว์น้ำตามประกาศจังหวัดสงขลาพ.ศ. 2523 เป็นปัจจัยจำกัดเชิงพื้นที่[1](Constraintfactor) ซึ่งอนุญาตให้เลี้ยงสัตว์น้ำภายในระยะ 1000 เมตร จากแนวชายฝั่งเกาะยอ จากนั้นจำแนกความเหมาะสม (Suitability class: SL) ของพื้นที่ออกเป็น 4 ระดับ (1–4) ซึ่งมีค่าคะแนนความเหมาะสม 0.60-<0.70, 0.70-<0.80, 0.80-<0.90 และ 0.90-1.00 ตามลำดับโดยพื้นที่ที่มีคะแนนความเหมาะสมน้อยกว่า 0.60 ถือว่าไม่เหมาะต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ

Table 3 Pairwisecomparison matrix, factor's weight and consistency ratio (CRs)

Parameter	Depth	Flow	DO	pH	Sal	Chl_a	Factor's weight / CRs		
							6Fs / 0.06	5Fs / 0.06	5Fs / 0.09
Depth	1						.2694	.3133	0.2982
Flow	1/2	1					.2421	n.a.	0.2528
DO	2	1/2	1				.2222	.3183	0.2420
pH	1/4	1/4	1/3	1			.0569	.0771	n.a.
Sal	1/3	1/3	1/3	2	1		.0787	.1067	0.0697
Chl_a	1/3	1/2	1	2	2	1	.1307	.1846	0.1373

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

คุณภาพน้ำของพื้นที่ศึกษา

ค่าเฉลี่ย (Mean±S.D.) ของความลึก ความเร็วของกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ พีเอช ความเค็ม และคลอโรฟิลด์ เอ เท่ากับ 1.33±0.83 m, 0.07±0.08 m/s, 6.22±0.94 mg/L, 7.80±0.35, 14.29±10.43 pptและ 11.09±7.60 µg/Lโดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.60 m, 0.73 m/s, 9.39 mg/L, 9.31, 31.00 pptและ 51.07 µg/L ส่วนค่าต่ำสุดมีค่า 0.20 m,0.00 m/s, 2.61mg/L.6.88, 0.27 pptและ 0.02µg/Lตามลำดับแม้ว่าความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม (Yokoyama, 2003;Beveridge, 2004)แต่ปัจจัยความลึก รวมถึงค่าต่ำสุดของความเร็วกระแสน้ำและค่าสูงสุดของคลอโรฟิลล์เอ ในบางพื้นที่ เช่น อ่าวท้ายยอ บ้านหัวเขา อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง สอดคล้องกับรายงานของนิคม และคณะ (2553)

พื้นที่ที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังในทะเลสาบสงขลาตอนนอก

จากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 23.69 ตร.กม. ภายในรัศมี 1 กม. จากชายฝั่ง ของเกาะยอ บ้านหัวเขาและบ้านท่าเสาพบว่า คะแนนความเหมาะสมของพื้นที่มีความผันแปรแตกต่างกันในแต่ละเดือน ตัวอย่างข้อมูลของบางเดือนดังFigure 2โดยรวมพบว่าพื้นที่ที่ไม่ค่อยเหมาะสมมี 3 พื้นที่ คือ พื้นที่ชายฝั่งเกาะยอด้านตะวันออก อ่าวท้ายยอ และหน้าบ้านหัวเสา เนื่องจากปัจจัยหลัก 2 ประการ คือความลึกของน้ำและความเร็วกระแสน้ำ พื้นที่อ่าวท้ายยอมีความเร็วกระแสน้ำต่ำมาก ส่วนพื้นที่ที่มีคะแนนความเหมาะสมค่อนข้างสูง คือพื้นที่ตอนใต้ของเกาะยอ (จากบ้านบ่อดินถึงเขาหัวหลัง) ด้านเหนือของเกาะยอ (บ้านอ่าวทรายถึงวัดเขาบ่อ) และนอกชายฝั่งบ้านหัวเขา อย่างไรการศึกษานี้เน้นเฉพาะปัจจัยคุณภาพน้ำ ไม่รวมปัจจัยอื่นๆ เช่น เส้นทางคมนาคมทางน้ำ ระยะทางจาก

[1]ดัดแปลงพื้นที่ตามประกาศจังหวัดสงขลา ลงวันที่ 7 ก.ค. พ.ศ. 2523

โรงเพาะฟัก ถนน แหล่งสนับสนุนการผลิต ตลาด และปัจจัยในเชิงการบริหารจัดการฟาร์มอื่นๆ มาพิจารณาร่วมด้วย

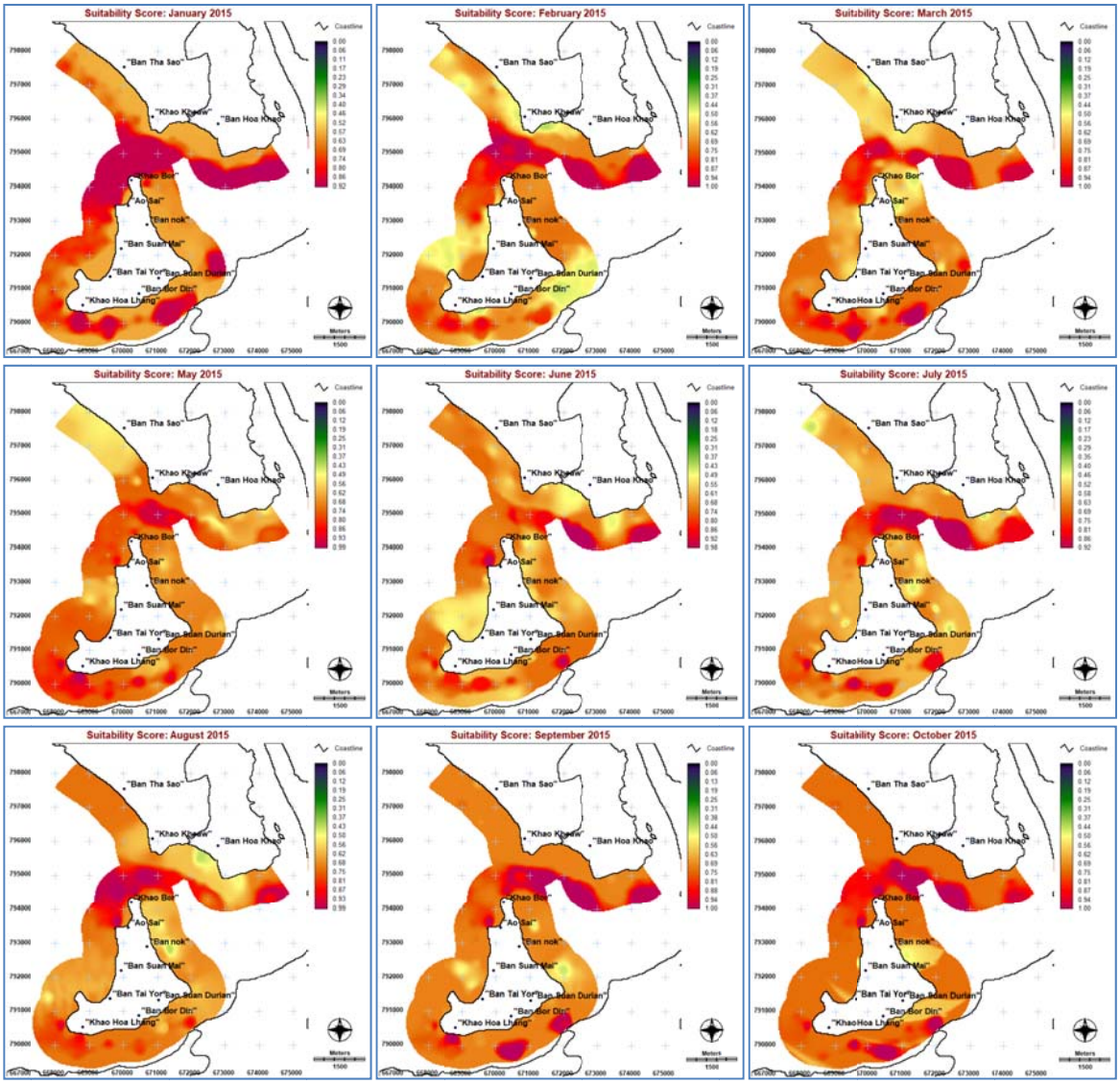


Figure2 Suitability score for seabass cage culture of some selected months

Note: Black color represents SC = 0; Dark red represents SC = 1

เมื่อแบ่งพื้นที่ตามความเหมาะสมเป็น 4 ระดับคือSL4 (เหมาะสมมาก)SL3 (เหมาะสม)SL2 (พอใช้)และ SL1 (ไม่เหมาะสม) พบว่า พื้นที่ SL4 มีค่ามากที่สุด ในเดือนธันวาคม (3.63ตร.กม.) รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์ (3.13 ตร.กม.) และเดือนตุลาคม (2.40 ตร.กม.) ส่วนเดือนพฤษภาคม-เดือนกรกฎาคม มีค่าน้อยกว่าเดือนอื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 0.79 1.03 และ 0.98 ตร.กม. ตามลำดับ พื้นที่ระดับ SL3 ในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน มีค่า 1.98, 1.16, 1.83, 1.69 และ 1.13ตร.กม ตามลำดับ ซึ่งค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่นๆ เดือนที่มีพื้นที่ระดับ SL3 มากที่สุด คือเดือนมกราคม (5.51 ตร.กม.) และรองลงมาคือเดือนธันวาคม (2.72 ตร.กม.) และมีนาคม (2.53 ตร.กม.) เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ๆมีความเหมาะสมมากกว่า 0.80 (SL3+SL4) ในแต่ละเดือน พบว่า เดือนที่มีค่ามากที่สุดคือเดือนมกราคม ธันวาคมและกุมภาพันธ์ ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับ 7.06, 6.35 และ 5.14 ตร.กม. (หรือร้อยละ 29.81,26.80 และ 21.71 ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ) ส่วนเดือนที่ค่าน้อยที่สุดคือ เดือน

มิถุนายนพฤษภาคมและกรกฎาคมซึ่งมีพื้นที่เท่ากับ 2.18, 2.77 และ 2.81 ตร.กม. (หรือร้อยละ 9.21, 11.71 และ 11.85 ตามลำดับ) (Figure 3)

เมื่อคำนวณพื้นๆที่มีความเหมาะสมในการเลี้ยงในรอบปี พบว่า พื้นที่ SL1SL2 SL3 และ SL4มีค่าเท่ากับ 14.57, 4.64, 2.96 และ 1.03 ตร.กม. ตามลำดับ หากพิจารณาคะแนนความเหมาะสม >0.80พบว่าพื้นที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำในรอบบริเวณเกาะยอประมาณ 3.99 ตร.กม. หรือร้อยละ 16.84 ของพื้นที่ทั้งหมด (Figure 4)

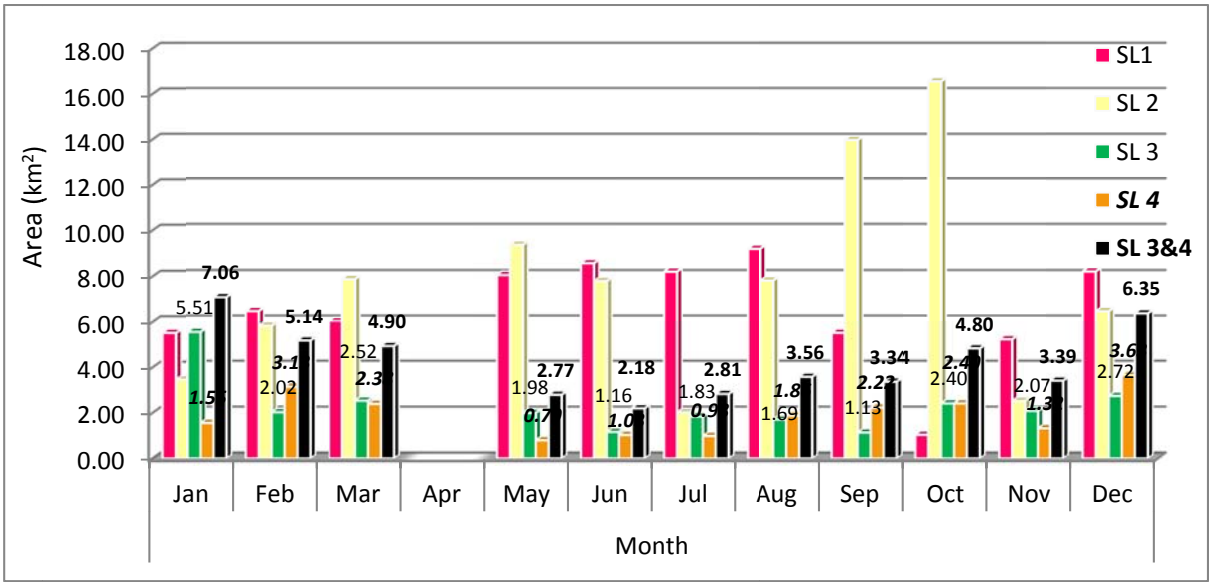


Figure3 Area of different suitable classes (SLs) for seabass cage culture by month

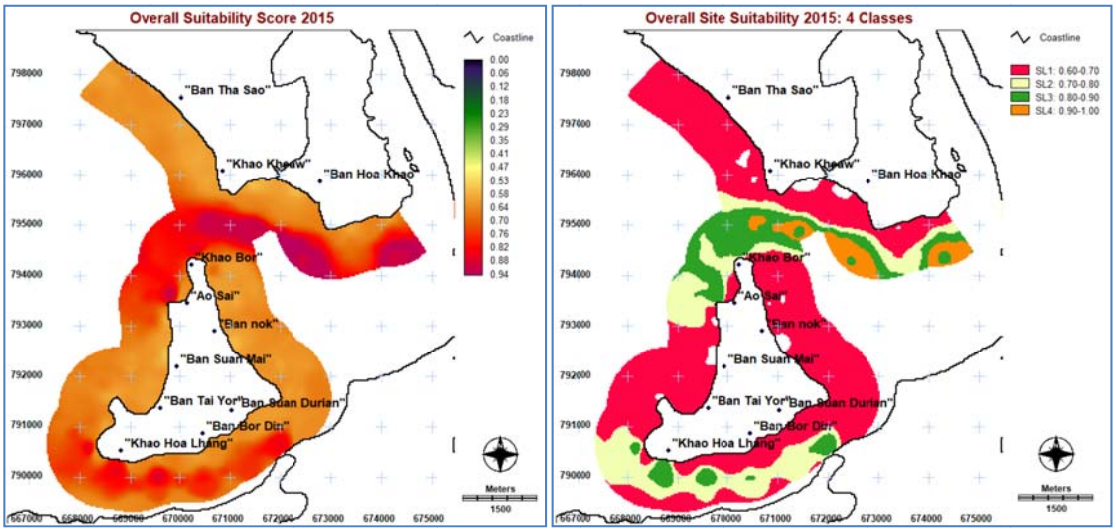


Figure4 Overall suitability score (left) and suitable site classes (right) for seabass cage culture

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาเพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลากะพงในกระชังในบริเวณเกาะยอและพื้นที่ใกล้เคียง พบว่า มีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก 1.03 ตร.กม. เมื่อพิจารณาระดับคะแนนความเหมาะสม ≥ 0.80 พบพื้นที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงตลอดทั้งปีเท่ากับ 3.99 ตร.กม. (หรือร้อยละ 16.84 ของพื้นศึกษา) ซึ่งอยู่ใน 3 บริเวณหลัก คือ พื้นที่ด้านเหนือเกาะยอ พื้นที่ด้านทิศใต้ของเกาะยอ และพื้นที่นอกฝั่งบ้านหัวเขา ส่วนพื้นที่อื่นๆ เช่น ด้านตะวันออกของเกาะยอ อ่าวท้ายยอ และนอกฝั่งบ้านหัวเสา ไม่ค่อยเหมาะสมต่อการเลี้ยงเนื่องจากปัจจัยด้านความลึกของพื้นที่และความเร็วกระแสน้ำที่ค่อนข้างน้อย

เอกสารอ้างอิง

นิคม ละอองศิริวงศ์, คมน์ ศิลปาจารย์ และ ลักขณา ละอองศิริวงศ์. 2553. การเลี้ยงปลาในกระชังในจังหวัดสงขลา: ปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไข. **วารสารการประมง**. 63(5) : 441-451.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสงขลา. 2551. **การศึกษาเศรษฐกิจการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังจังหวัดสงขลา**. เอกสารฉบับที่ 19/2551. 60 หน้า.

Beveridge, M.C.M. 2004.**Cage Aquaculture**.3nded. Blackwell Publishing, Oxford.

Bricker,S.B., J.M.C Ferreira and T.Simas. 2003. An Integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. **Ecological Modelling**. 169(1): 39-60.

Eastman, J. R. 1999. **Guide to GIS and image processing Volume 2**. Clark Labs, Worcestor, MA.

Khongpuang,S. 2011. **Spatial modelling for optimisation of bivalve culture: A case study for Green Mussel (*Pernaviridis*) and Blood Cockle (*Anadaragranosa*) culture in Pattani Bay, Thailand**. Ph.D. Thesis. University of Stirling.221 pp.

Loka, J.2016. **Important of Water Quality in Mariculture**in Course Manual Winter School on Technological Advances in Mariculture for Production Enhancement and Sustainability, I. Joseph & B. Ignatius, eds., Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi, pp. 91-94.

Loka, J., N.G. Vaidya and K.K Philipose. 2012.**Site and Species Selection Criteria for Cage Culture** in Handbook on Open Sea Cage Cage Culture. Central Marine Fisheries Institute; CMRI, Kochi, pp. 27-36.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2007. **Thai agricultural commodity and food standard TAFS 7412-2007: Good aquaculture practice for seabass**. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Bangkok.

Pérez, O. M. Telfer, T. C. and Ross, L. G. 2003. Use of GIS-based models for integrating and developing marine fish cages within the tourism industry in Tenerife (Canary Islands). **Coastal Management**. 34(4): 355-366.

Saaty, T. L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures.**Journal of Mathematical Psychology**. 15: 234-281.

Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons.1972. **A practical handbook of seawater analysis**. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 167. Ottawa.

Yokoyama, H. 2003. Environmental quality criteria for fish farms in Japan. **Aquaculture**. 226: 45-56.

การพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงขุนปูทะเล (*Scylla* spp.)

Development of Artificial Feed for Fattening Mud Crab (*Scylla* spp.)

วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม[1*] วาสนา อากรรัตน์[1] และ สุทิน สมบูรณ์[2]

Vutthichai Oniam[1*], Wasana Arkronrat[1] and Suthin Somboon[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปูทะเล (*Scylla* spp.) ที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปของกุ้งทะเล (Control; ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร โปรตีน 38% ไขมัน 5% กาก 3% และความชื้น 12%) กับอาหารเม็ดสูตรคลองวาฬ 1 (โปรตีน 36% ไขมัน 5.3% กาก 2.7% และความชื้น 7.4%) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 (T1), 5 (T2) และ 8 (T3) มิลลิเมตร ภายในตู้กระจกขนาด 24×12×15 นิ้ว (กว้าง×ยาว×สูง) โดยให้อาหารที่อัตรา 5% ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 1 มื้อ (9.00 น.) นาน 20 วัน ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูทะเลที่เลี้ยงในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อีกทั้งอาหารทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเม็ดอาหารที่ใช้ในการศึกษานี้ ไม่มีผลต่อการเติบโตของปูทะเล (P>0.05) แต่อย่างไรก็ตาม FCR ที่ได้มีค่าสูง (6.1-8.3) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อาหารเม็ดสูตรคลองวาฬ 1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the growth of mud crabs (*Scylla* spp.) during fattening by using commercial artificial shrimp feed (Control: 1.5 mm diameter pellet, 38% protein, 5% lipid, 3% fiber and 12% moisture) and artificial feed Klongwan 1 (36% protein, 5.3% lipid, 2.7% fiber and 7.4% moisture) at 3 mm (T1), 5 mm (T2) and 8 mm (T3) diameter pellets in 24”×12”×15” glass aquarium condition. Crab were fed with 5% of body weight per day (once a day at 9.00 a.m.), for 20 days. Results showed that weight gain, average daily growth, protein efficiency ratio and feed conversion ratio (FCR) of crab in each treatment were not significantly different (P>0.05). The artificial feed for this study did not affect water quality, and no effect of diameter size on mud crab growth performance (P>0.05). However, FCR was high volume (6.1-8.3). This indicates that formulated artificial feed Klongwan 1 for fattening mud crab should have further research.

Key Words: Mud crab, *Scylla* spp., artificial feed, fattening

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

[1]สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 447 ม.1 ต.คลองวาฬ อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77000

[1]Klongwan Fisheries Research Station, 447 Klongwan Subdistrict, Muang District, Prachuap Khiri Khan 77000, Thailand.

[2]ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำ ศูนย์บริหารงานวิจัยและสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Fishfeed Technology Development Center, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

คำนำ

ปูทะเล (*Scylla* spp.) เป็นสัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่มีคุณค่า และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย รวมไปถึงอีกหลายประเทศในแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย และสามารถนำมาเพาะเลี้ยงได้ มีราคาจำหน่ายสูง และมีผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุนสูง (บรรจง และบุญรัตน์, 2545; Christensen *et al*., 2004) ปัจจุบันมีการเลี้ยงปูทะเลหลายรูปแบบ เช่น การเลี้ยงขุนปูทะเล หรือการเลี้ยงปูโพรกให้เป็นปูเนื้อแน่น การเลี้ยงปูเล็กให้เป็นปูใหญ่ การขุนเลี้ยงให้เป็นปูไข่ และการเลี้ยงเพื่อผลิตให้เป็นปูนิ่ม ซึ่งผู้เลี้ยงมักประสบปัญหาสำคัญในเรื่องของลูกพันธุ์ปู และอาหารที่ใช้เลี้ยง โดยเฉพาะในส่วนของอาหารที่ใช้เลี้ยงปูทะเลนั้น ต้องอาศัยอาหารจากธรรมชาติ เช่น ปลาเป็ด ปลาข้างเหลือง หอยกะพง เป็นต้น ซึ่งมักประสบปัญหาการขาดแคลนอาหารสดสำหรับการเลี้ยงปูทะเลในบางฤดูกาล จนส่งผลกระทบต่อการเลี้ยงของเกษตรกรหลายราย รวมไปถึงความยั่งยืนของการเลี้ยงปูทะเลในหลายพื้นที่ (Shelley and Lovatelli, 2011; Azra and Ikhwanuddin, 2016) ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปูทะเลจึงเป็นประเด็นศึกษาที่ควรพิจารณาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีนร้อยละ 32-40 ไขมันร้อยละ 6-12 จะให้ผลการเจริญเติบโตที่ดี (Catacutan, 2002) และการใช้อาหารสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน สามารถควบคุมคุณภาพการเลี้ยงปูทะเลได้ตามต้องการ (อาภรณ์ และคณะ, 2554; Santhanakumar *et al*., 2010; Ali *et al*., 2011; Kar *et al*., 2017) อย่างไรก็ตาม สำหรับการเลี้ยงปูทะเลในประเทศไทยมีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้อาหารสำเร็จรูปน้อยมาก ด้วยเหตุนี้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปูทะเลที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีการพัฒนาอาหารเม็ดสูตรคลองวาฬ 1 ขึ้นมา รวมไปถึงขนาดของอาหารเม็ดต่อการเลี้ยงขุนปูทะเล และผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง ทั้งนี้ องค์ความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงขุนปูทะเลเพื่อการค้าต่อไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) โดยศึกษาผลของอาหารทดลองสูตรคลองวาฬ 1 ต่อการเลี้ยงขุนปูทะเล โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 (Control) เลี้ยงขุนปูทะเลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกุ้งทะเล (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5 มิลลิเมตร โปรตีน 38% ไขมัน 5% กาก 3% และความชื้น 12%) ชุดการทดลองที่ 2-4 เลี้ยงขุนปูทะเลด้วยอาหารทดลองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร (T1) 5 มิลลิเมตร (T2) และ 8 มิลลิเมตร (T3) ตามลำดับ (Figure 1) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ



Figure 1 Commercial artificial shrimp feed (Control) and artificial feed Klongwan 1 at different pellets size used for this study; 3 mm (T1), 5 mm (T2) and 8 mm (T3) diameter pellets.

การเตรียมอาหารทดลอง

นำวัตถุดิบของอาหารทดลองมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีก่อนเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณสูตรอาหารคลองวาฬ 1 (Table 1) เมื่อคำนวณสูตรอาหารได้แล้ว นำปลาป่น กากถั่วเหลือง และโปรตีนเกษตร มาบดด้วยเครื่องบดก่อนผสมกับวัตถุดิบอื่น สำหรับแป้งสาลีจะนำมาละลายน้ำต้มจนเป็นแป้งเหนียวทิ้งไว้ให้เย็น แล้วผสมกับวัตถุดิบอื่นๆ ด้วยเครื่องผสมอาหาร แล้วจึงนำไปอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดแบบ mincer ผ่านหน้าแว่นที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามแผนการทดลองที่วางไว้ (3, 5 และ 8 มิลลิเมตร) จากนั้นนำไปตากแห้ง และหักเป็นท่อนๆ ความยาวประมาณ 8-10 มิลลิเมตร เก็บอาหารใส่ถุงพลาสติกแช่ในตู้เย็นเพื่อรักษาคุณภาพของอาหารก่อนนำไปใช้ทดลองต่อไป

นอกจากนี้ สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองที่อัดเม็ดแล้วไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่แท้จริงในอาหารอีกครั้ง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และความชื้น ตามวิธีมาตรฐานของ ISO-Analysis animal feed stuffs (A.O.A.C. 2000) ส่วนคาร์โบไฮเดรต หรือสารไร้ไนโตรเจนที่ละลายได้ในน้ำ (Nitrogen-free extract, NFE) และพลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy, DE) คำนวณตามวิธีของ National Research Council of the National Academies (1993) ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต (%) = 100 – (%โปรตีน + %ไขมัน + %เยื่อใย + %เถ้า + %ความชื้น)

พลังงานที่ย่อยได้ (Kcal/diets 100 g) = (%โปรตีน × 3.1) + (%ไขมัน × 8.1) + (%NFE × 2.5)

การเตรียมสัตว์ทดลอง

รับซื้อปูทะเล (*Scylla* spp.) จากผู้จำหน่ายพันธุ์ปูในตลาดท้องถิ่นของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จากนั้นนำปูมาพักในบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตร ลึก 1 เมตร ที่ปริมาตรน้ำประมาณ 1,000 ลิตร ความเค็มน้ำ 30-31 ppt ภายในโรงเพาะฟักของสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ ตำบลคลองวาฬ อำเภอเมืองประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อปรับสภาพปูทะเลให้กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปนานประมาณ 1 สัปดาห์ จึงนำปูทะเลไปศึกษาต่อไป

Table 1 Ingredients and composition (% dry matter) of artificial feed Klongwan 1.

Ingredients	Formulated test feed (%)
Fish meal (64.9%P, 6.0%L)	30
Protein Kaset (49.0%P, 0.2%L)	29
Soybean meal (42.3%P, 1.4%L)	8
Rice bran, solvent extracted (17.2%P, 1.6%L)	10
Wheat flour	20
Fish oil	1.5
Palm oil	1
Dicalciumphosphate	0.25
Premix	0.25
Total	100
Composition of artificial feed	**Mean±SD. (Min-Max)**
Crude protein (%)	36.1±0.5 (35.5-36.7)
Crude lipid (%)	5.3±0.8 (4.5-6.0)
Crude fiber (%)	2.7±0.5 (2.1-3.3)
Ash (%)	9.4±4.2 (4.7-13.7)
Moisture (%)	7.4±0.9 (6.0-8.5)
Nitrogen free extract (%)	39.1±3.9 (33.8-42.9)
Digestible energy (Kcal/diets 100 g)	252.9±5.5 (244.1-260.1)

Note: P = crude protein, L = crude lipid.

การดำเนินการทดลอง

สุ่มปูทะเลที่มีน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 90-110 กรัม (ความกว้างกระดองอยู่ในช่วง 5.0-5.6 เซนติเมตร และความยาวกระดองอยู่ในช่วง 7.4-8.5 เซนติเมตร) ใส่ตู้กระจกขนาดกว้าง 24 นิ้ว × ยาว 12 นิ้ว × สูง 15 นิ้ว ที่ปริมาตรน้ำ 30 ลิตร ตู้ละ 1 ตัว ให้อากาศตลอดเวลา โดยให้อาหารตามแผนการทดลองที่วางไว้ที่อัตรา 5% ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 1 มื้อ (เวลาประมาณ 9.00 น.) นาน 20 วัน จึงประเมินผลการทดลอง ได้แก่ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain, WG) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily growth, ADG) ตามวิธีของ Brown (1957) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio, PER) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Food conversion ratio, FCR) ตามวิธีของ Halver (1989) ดังนี้

$$\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (\%)} = \left(\frac{\text{น้ำหนักตัวหลังการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}} \right) \times 100$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัม/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวหลังการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน} = \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}{\text{ปริมาณโปรตีนที่กิน}}$$

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}$$

ระหว่างการทดลองจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 30% ทุกสัปดาห์ และตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกสัปดาห์ ดังนี้ ความเค็มของน้ำวัดด้วย Salinity refractometer (Prima tech) อุณหภูมิน้ำ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) วัดด้วย DO meter (YSI 550A) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำวัดด้วย pH meter (Cyber Scan pH 11) นอกจากนี้ เก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียรวมด้วยวิธี Indophenol blue method ปริมาณไนไตรท์ด้วยวิธี Colorimetric method และค่าความเป็นด่างด้วยวิธี Titration method (American Public Health Association *et al*., 2012) ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมัน 95% โดยวิเคราะห์ และประมวลผลด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistic for Windows (Version 21.0; IBM Corp., Armonk, NY. USA)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปูทะเลที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 102.0±8.9 กรัม เมื่อเลี้ยงขุนด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกุ้งทะเล (Control) อาหารทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 (T1), 5 (T2) และ 8 (T3) มิลลิเมตร ที่ระยะเวลา 20 วัน จะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 121.6±12.5, 111.6±7.6, 131.6±25.6 และ 135.0±44.4 กรัม ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น (%WG) เฉลี่ยเท่ากับ 18.0±7.7, 15.6±5.9, 21.4±20.8 และ 33.8±36.6 % และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) เท่ากับ 0.87±0.36, 0.71±0.23, 1.11±1.09 และ 1.66±1.85 กรัม/วัน ตามลำดับ ส่วนความสามารถในการใช้ประโยชน์จากสารอาหารของปูทะเลในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า ปูทะเลชุด Control, T1, T2 และ T3 มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) เฉลี่ยเท่ากับ 0.48±0.20, 0.41±0.13, 0.65±0.64 และ 0.97±1.08 และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) เฉลี่ยเท่ากับ 6.96±4.01, 7.36±2.65, 8.30±5.25 และ 6.10±4.20 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูทะเลในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ANOVA, P = 0.74, 0.73, 0.92 และ 0.72 ตามลำดับ) (Figure 2)

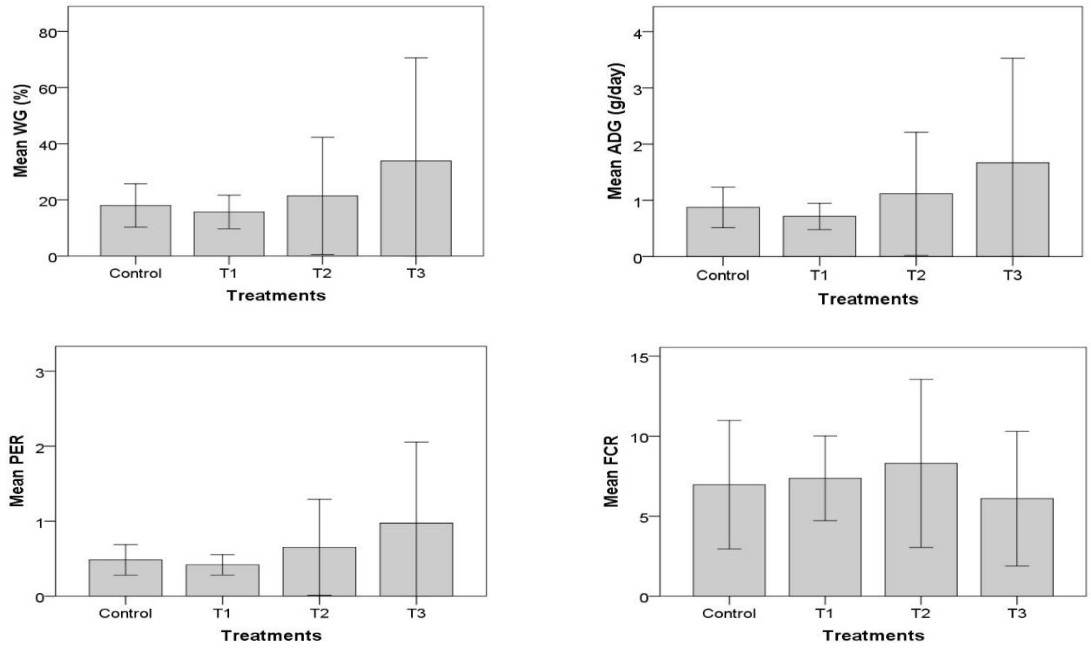


Figure 2 Weight gain (WG), average daily growth (ADG), protein efficiency ratio (PER) and food conversion ratio (FCR) of mud crab (*Scylla* spp.) fattening; fed with artificial shrimp feed (control) and formulated artificial feed Klongwan 1, 3 mm (T1), 5 mm (T2) and 8 mm (T3) diameter pellets.

ถึงแม้ว่าการทดลองนี้จะใช้อาหารสำเร็จรูปของกุ้งทะเลเป็นชุดควบคุมแทนการใช้อาหารสด เช่น ปลาเป็ด ปลาข้างเหลือง และปลาหลังเขียว ซึ่งเป็นอาหารที่มีการใช้เลี้ยงขุนปูทะเลกันอย่างแพร่หลาย (Azra and Ikhwanuddin, 2016) แต่ปูทะเลก็ยอมรับอาหารสำเร็จรูปได้ดี และจากรายงานที่ผ่านมาพบว่า การใช้อาหารสำเร็จรูปเลี้ยงปูทะเลจะมีข้อได้เปรียบที่ความสะดวกในการเก็บรักษา การให้อาหาร และไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำเมื่อเทียบกับการใช้อาหารสด (อาภรณ์ และคณะ, 2554; Santhanakumar *et al*., 2010; Ali *et al*., 2011; Kar *et al*., 2017) ซึ่งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่คำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำ และไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำย่อมทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตดี และได้ผลผลิตที่ดี (เวียง, 2542) ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง พบว่า การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ANOVA, $P>0.05$) (Table 2) ซึ่งค่าคุณภาพน้ำเหล่านี้ถือว่ายังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และไม่สงผลกระทบต่อการเลี้ยงปูทะเล (Christensen *et al*., 2004; Shelley and Lovatelli, 2011; Azra and Ikhwanuddin, 2016)

Table 2 Water quality parameters (mean±SD) during experimentation of mud crab (*Scylla* spp.) fattening for 20 days; fed with artificial shrimp feed (control) and three test feed, 3 mm (T1), 5 mm (T2) and 8 mm (T3) diameter pellets.

Parameter	Treatments				*P*-value
	Control	T1	T2	T3	
Water temperature (ºC)	28.3±0.1	28.3±0.3	28.3±0.1	28.3±0.2	0.64
DO (mg/L)	4.17±0.17	3.92±0.08	4.13±0.17	3.95±0.03	0.11
pH	8.17±0.06	8.22±0.02	8.15±0.11	8.07±0.04	0.06
Salinity (ppt)	31.4±0.3	31.4±0.1	31.3±0.1	31.3±0.1	0.93
Total ammonia (mg-N/L)	0.44±0.03	0.45±0.02	0.48±0.01	0.40±0.12	0.62
Nitrite (mg-N/L)	0.20±0.04	0.16±0.02	0.16±0.04	0.22±0.01	0.06
Alkalinity (mg/L as $CaCO_3$)	130.5±6.9	128.3±5.0	132.3±4.5	127.8±6.5	0.23

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารสูตรคลองวาฬ 1 สามารถนำมาใช้เลี้ยงปูทะเลได้ โดยคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ใช้ทดลองในการศึกษาครั้งนี้ (โปรตีน 36% ไขมัน 5.3% กาก 2.7% ความชื้น 7.4% คาร์โบไฮเดรต 39.1% และพลังงานที่ย่อยได้ 252.9 Kcal/diets 100 g) อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อความต้องการของปูทะเลทั้งระดับโปรตีน และไขมัน (Sheen and Wu, 1999; Catacutan, 2002) ซึ่งปูทะเลเป็นสัตว์น้ำที่มีความต้องการโปรตีนสูงเนื่องจากเป็นพวกกินเนื้อ (carnivore) และมีพฤติกรรมกินกันเอง (cannibalism) ด้วยเหตุนี้แหล่งโปรตีนในอาหารจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรพิจารณาในการผลิตอาหารสำเร็จรูปสำหรับปูทะเล ตัวอย่างเช่น ปูทะเล (*S. paramamosian*) ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารทดลอง (โปรตีน 40.4% ไขมัน 10.9%) ที่มีกากถั่วเหลือง+ปลาป่น+หัวกุ้งป่น+หมึกบดเป็นแหล่งโปรตีนหลักจะมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันกับปูที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาหลังเขียวสดนาน 8 สัปดาห์ (อาภรณ์ และคณะ, 2554) ปูทะเล (*S. olivacea*) ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารทดลอง (โปรตีน 47.1% ไขมัน 12.2%) ที่มีปลาป่น+หัวกุ้งป่น+หมึกป่น+กากถั่วเหลืองป่นเป็นแหล่งโปรตีนหลัก จะมีระยะเวลาในการลอกคราบ หรือการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันกับปูที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลือง (โปรตีน 90.5% ไขมัน 1.9%) และลูกชิ้นเนื้อปลา (โปรตีน 56.1% ไขมัน 5.8%) (ยุทธนา และคณะ, 2555) เป็นต้น สำหรับสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีปลาป่น+โปรตีนเกษตร+กากถั่วเหลือง+รำสกัดเป็นแหล่งโปรตีนหลัก (โปรตีน 36.1% ไขมัน 5.3%) และมีพลังงานที่ย่อยได้เฉลี่ย 252.9 Kcal/diets 100 g พบว่า ปูทะเล (*Scylla* spp.) ที่เลี้ยงขุนมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนจากอาหารทดลองเฉลี่ยอยู่ที่ 0.41-0.97 ส่วนจากอาหารสำเร็จรูปของกุ้งทะเลเฉลี่ยอยู่ที่ 0.48 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปริมาณปลาป่น โปรตีนเกษตร กากถั่วเหลือง และรำสกัดตามสูตรอาหารคลองวาฬ 1 (Table 1) เป็นแหล่งโปรตีนที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปูทะเลได้ นอกจากนี้ เมื่อดูแนวโน้มการเจริญเติบโตของปูทะเลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปูทะเลมีแนวโน้มการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เพิ่มขึ้น รวมไปถึงมีแนวโน้มประสิทธิภาพการใช้โปรตีนจากอาหารเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูทะเลในแต่ละชุดการทดลองที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง คือ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.1-8.3 ซึ่งจาก

รายงานที่ผ่านมา พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.8-3.2 (Ali *et al*., 2011; Shelley and Lovatelli, 2011; Kar *et al*., 2017) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณภาพของอาหาร หรือเพราะสภาพการเลี้ยงปูทะเลในตู้กระจกไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโต หรือการเลี้ยงขุนปูทะเลเท่าที่ควรเมื่อเทียบกับสภาพการเลี้ยงขุนในรูปแบบอื่นๆ เช่น การเลี้ยงขุนในกล่องพลาสติกที่แขวนลอยอยู่ในบ่อดิน และการเลี้ยงขุนในกล่องพลาสติกแบบระบบน้ำหมุนเวียน หรือแบบคอนโดปู (Shelley and Lovatelli, 2011; Kar *et al*., 2017) โดยปูทะเลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อาจจะใช้พลังงานส่วนใหญ่ที่ได้รับจากสารอาหารที่กินเข้าไปหมดกับการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมมากกว่าเพื่อการเจริญเติบโต จึงทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ได้มีค่าสูง เพราะโดยทั่วไปแล้วสัตว์น้ำจะนำพลังงานที่ได้จากการเผาผลาญอาหารมาใช้ในการดำรงชีพเป็นลำดับแรก (เช่น การเคลื่อนที่ การหายใจ การปรับตัว) และถ้ามีพลังงานเหลือก็จะนำมาใช้ในการเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ ตามลำดับ (เวียง, 2542) ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไปควรมีการทดสอบการเลี้ยงขุนปูทะเลตามแผนการศึกษาครั้งนี้ในสภาพพื้นที่จริง และควรมีการศึกษาต้นทุนการผลิตควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปูทะเลได้อย่างเป็นรูปธรรม

สรุป

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรคลองวาฬ 1 สามารถใช้เลี้ยงปูทะเล (*Scylla* spp.) ได้ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดอาหาร (3, 5 และ 8 มิลลิเมตร) ไม่มีผลต่อการกินอาหารและการเจริญเติบโตของปูทะเลเมื่อเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปของกุ้งทะเล นอกจากนี้ อาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรคลองวาฬ 1 ไม่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง อย่างไรก็ตาม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูง ดังนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการ “การยกระดับศักยภาพของสถานีวิจัยทางการเกษตรสู่การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตของผู้ประกอบการการเกษตรในโซ่อุปทานและโซ่คุณค่า” ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

บรรจง เทียนส่งรัศมี และบุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2545. **ปูทะเล การอนุรักษ์ทรัพยากร และการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์แบบยั่งยืน**. สำนักงานเครือข่ายวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมพืชและสัตว์น้ำ สกว., กรุงเทพฯ.

ยุทธนา อีรัสคาน, ณรงค์ พลวารี, วิทยา หะวานนท์, มนทกานติ ท้ามติ้น และ สุพิศ ทองรอด. 2555. **ผลของอาหารต่อการลอกคราบ การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูทะเล (*Scylla olivacea*, Herbst 1796) ในการผลิตปูนิ่ม**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2555. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งระนอง, กรมประมง.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. **โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อาภรณ์ เทพพานิช, มนทกานติ ท้ามติ้น และ สิริวรรณ หนูเซ่ง. 2554. การเลี้ยงปูทะเล (*Scylla paramamosain* Estampador, 1949) ด้วยอาหารสำเร็จรูป. **วารสารการประมง** 64 (3): 210-221.

Ali, S.A., J.S. Dayal and K. Ambasankar. 2011. Presentation and evaluation of formulated feed for mud crab *Scylla serrata*. **Indian Journal of Fisheries** 58 (2): 67-73.

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater 22th ed.** American Public Health Association, Washington, DC, USA.

A.O.A.C. 2000. **Official Methods of Analysis.** 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Azra, M.N. and M. Ikhwanuddin. 2016. A review of maturation diets for mud crab genus *Scylla* broodstock: Present research, problems and future perspective. **Saudi Journal of Biological Sciences** 23: 257-267.

Brown, M.E. 1957. **The Physiology of Fishes. Vol. 1.** Academic Press, New York.

Catacutan, M.R. 2002. Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed different dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios. **Aquaculture** 209: 113-123.

Christensen, S.M., D.J. Macintosh and N.T. Phuong. 2004. Pond production of the mud crabs *Scylla paramamosian* (Estampador) and *S. olivacea* (Herbst) in the Mekong Delta, Vietnam, using two different supplementary diets. **Aquaculture Research** 35: 1013-1024.

Halver, J.E. 1989. **Fish Nutrition.** Second Edition. Academic Press, New York.

Kar, S., M.A. Salam and K.M.S. Rana. 2017. Artificial feed development through fishmeal replacement with non conventional feed stuff for mud crab (*Scylla serrata*) fattening. **International Journal of Applied Research** 3 (6): 237-242.

National Research Council of the National Academies. 1993. **Nutrient Requirements of Fish.** National Academy Press, Washington, D.C.

Santhanakumar, J., A.K.A. Nazar, N.V. Vinihkumar and R. Kirubagaran. 2010. Fattening of mud crab: an approach of aquasilviculture in Andaman Islands. **Journal of the Marine Biological Association of India** 52 (1): 85-88.

Sheen, S.S. and S.W. Wu. 1999. The effects of dietary lipid levels on the growth response of juvenile mud crab *Scylla serrata*. **Aquaculture** 175, 143-153.

Shelley, C. and A. Lovatelli. 2011. **Mud crab aquaculture – A practical manual.** FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 567, Rome, Italy.

การพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus*)

Development of Artificial Feed for Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) Culture

วาสนา อากรรัตน์[1*] วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม[1] และ สุทิน สมบูรณ์[2]

Wasana Arkronrat[1*], Vutthichai Oniam[1] and Suthin Somboon[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปูม้า (*Portunus pelagicus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปของกุ้งทะเล (Control; ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร โปรตีน 38% ไขมัน 5% กาก 3% และความชื้น 12%) กับอาหารเม็ดสูตรคลองวาฬ 1 (โปรตีน 36% ไขมัน 5.3% กาก 2.7% และความชื้น 7.4%) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 (T1), 5 (T2) และ 8 (T3) มิลลิเมตร ภายในตู้กระจกขนาด 24×12×15 นิ้ว (กว้าง×ยาว×สูง)โดยให้อาหารที่อัตรา 3% ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 2 มื้อ (9.00 และ 15.00 น.) นาน 30 วัน ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ANOVA, $P>0.05$) นอกจากนี้ อาหารทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อาหารเม็ดสูตรคลองวาฬ 1 สามารถใช้เลี้ยงปูม้าได้ และขนาดของเม็ดอาหารไม่มีผลต่อการกินอาหาร และการเจริญเติบโตของปูม้าที่เลี้ยง

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the growth of blue swimming crabs (*Portunus pelagicus*) reared with commercial artificial shrimp feed (Control: 1.5 mm diameter pellet, 38% protein, 5% lipid, 3% fiber and 12% moisture) and artificial feed Klongwan 1 (36% protein, 5.3% lipid, 2.7% fiber and 7.4% moisture) at 3 mm (T1), 5 mm (T2) and 8 mm (T3) diameter pellets in 24”×12”×15” glass aquarium condition. Crabs were fed at 3% of body weight per day (twice a day at 9.00 and 15.00), for 30 days. Results showed that weight gain, average daily growth, protein efficiency ratio and feed conversion ratio of crab in each treatment were not significantly different (ANOVA, $P>0.05$), and test feed used for this study did not affect water quality. This indicates that formulated artificial feed Klongwan 1 can be used to blue swimming crab culture, and pellets size did not affect feeding and growth of crabs reared.

Key Words: *Portunus pelagicus*, blue swimming crab culture, artificial feed

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

[1]สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 447 ม.1 ต.คลองวาฬ อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77000

[1]Klongwan Fisheries Research Station, 447 Klongwan Subdistrict, Muang District, Prachuap Khiri Khan 77000, Thailand.

[2]ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำ ศูนย์บริหารงานวิจัยและสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Fishfeed Technology Development Center, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

คำนำ

ปูม้า (*Portunus pelagicus*) เป็นปูที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย เนื่องจากเป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เป็นที่ต้องการของตลาดท้องถิ่น ตลาดในประเทศ และตลาดต่างประเทศ อีกทั้ง ปูม้ายังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ ซึ่งผลิตภัณฑ์จากปูสร้างรายได้ให้กับประเทศปีละหลายพันล้านบาท แต่เนื่องจากปัจจุบัน ทรัพยากรปูม้าในท้องทะเลไทยมีปริมาณลดลง และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง (กรมประมง, 2561) การศึกษาวิจัยด้านการเพาะเลี้ยงปูม้าจึงจำเป็นต้องเข้ามามีบทบาทมากขึ้น เพื่อให้ผลผลิตของปูที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเข้ามาทดแทนผลผลิตปูจากธรรมชาติในการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

สำหรับประเทศไทย องค์ความรู้ หรืองานวิจัยที่เกี่ยวกับการเลี้ยงปูม้าได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง (วารินทร์ และคณะ, 2548; วุฒิชัย และคณะ, 2555; Oniam and Arkronrat, 2013) ดังนั้น การส่งเสริมการเลี้ยงปูม้าในเชิงพาณิชย์จึงมีแนวโน้มที่น่าจะปฏิบัติได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาด้านอาหารสำเร็จรูปสำหรับปูม้ายังมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งอาหารสำเร็จรูปถือว่าเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญของการเลี้ยงสัตว์น้ำในระดับเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาหารสำเร็จรูปที่จำเพาะเจาะจงต่อชนิดสัตว์น้ำ เพราะสัตว์น้ำแต่ละชนิดจะมีความต้องการคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกันออกไป (เวียง, 2542) ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาสูตรอาหาร หรือพัฒนาอาหารสำเร็จรูปของปูม้าควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีการเลี้ยงปูม้าในระดับเชิงพาณิชย์ไปพร้อมกัน จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ปูม้าจะมีอัตราการเจริญเติบโตดีถ้าได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 34-46% ไขมัน 12-16% วิตามิน 2% และปริมาณแร่ธาตุรวม 4% และถ้าระดับโปรตีนที่ให้ลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยงจาก 42 เป็น 38% ก็จะช่วยลดต้นทุนการผลิตลงมาได้ (สุพิศ และคณะ, 2548)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีการพัฒนาอาหารเม็ดสูตรคลองวาฬ 1 ขึ้นมา โดยอ้างอิงจากองค์ความรู้ความต้องการคุณค่าทางโภชนาการของปูม้าที่มีรายงานมาก่อนหน้านี้ กับการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปของกุ้งทะเลที่มีการนำมาใช้เลี้ยงปูม้าอยู่ในปัจจุบัน รวมไปถึงขนาดของอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเลี้ยงปูม้า และผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง ทั้งนี้ องค์ความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงปูม้าต่อไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) โดยศึกษาผลของอาหารทดลองสูตรคลองวาฬ 1 ต่อการเลี้ยงปูม้า โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 (Control) เลี้ยงปูม้าด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกุ้งทะเล (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5 มิลลิเมตร โปรตีน 38% ไขมัน 5% กาก 3% และความชื้น 12%) ชุดการทดลองที่ 2-4 เลี้ยงปูม้าด้วยอาหารทดลองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร (T1) 5 มิลลิเมตร (T2) และ 8 มิลลิเมตร (T3) ตามลำดับ (Figure 1) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ



Figure 1 Commercial artificial shrimp feed (Control) and artificial feed Klongwan 1 at different pellets size used for this study; 3 mm (T1), 5 mm (T2) and 8 mm (T3) diameter pellets.

การเตรียมอาหารทดลอง

นำวัตถุดิบของอาหารทดลองมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีก่อนเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณสูตรอาหารคลองวาฬ 1 (Table 1) เมื่อคำนวณสูตรอาหารได้แล้ว นำปลาป่น กากถั่วเหลือง และโปรตีนเกษตร มาบดด้วยเครื่องบดก่อนผสมกับวัตถุดิบอื่น สำหรับแป้งสาลีจะนำมาละลายน้ำต้มจนเป็นแป้งเหนียวทิ้งไว้ให้เย็น แล้วผสมกับวัตถุดิบอื่นๆ ด้วยเครื่องผสมอาหาร แล้วจึงนำไปอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดแบบ mincer ผ่านหน้าแว่นที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามแผนการทดลองที่วางไว้ (3, 5 และ 8 มิลลิเมตร) จากนั้นนำไปตากแห้ง และหักเป็นท่อนๆ ความยาวประมาณ 8-10 มิลลิเมตร เก็บอาหารใส่ถุงพลาสติกแช่ในตู้เย็นเพื่อรักษาคุณภาพของอาหารก่อนนำไปใช้ทดลองต่อไป

นอกจากนี้ สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองที่อัดเม็ดแล้วไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่แท้จริงในอาหารอีกครั้ง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และความชื้น ตามวิธีมาตรฐานของ ISO-Analysis animal feed stuffs (A.O.A.C. 2000) ส่วนคาร์โบไฮเดรต หรือสารไร้ไนโตรเจนที่ละลายได้ในน้ำ (Nitrogen-free extract, NFE) และพลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy, DE) คำนวณตามวิธีของ National Research Council of the National Academies (1993) ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต (%) = 100 – (%โปรตีน + %ไขมัน + %เยื่อใย + %เถ้า + %ความชื้น)

พลังงานที่ย่อยได้ (Kcal/diets 100 g) = (%โปรตีน × 3.1) + (%ไขมัน × 8.1) + (%NFE × 2.5)

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำแม่ปูม้าไข่แก่นอกกระดองสีเทาดำมาเพาะฟักในถังพลาสติกทรงกลมขนาด 200 ลิตร ปล่อยแม่ปู 1 ตัว/ถัง ที่ปริมาตรน้ำ 150 ลิตร ความเค็มประมาณ 30-33 ppt เมื่อลูกปูฟักออกเป็นตัวแยกแม่ปูออก จากนั้นย้ายลูกปูไปอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาด 3 ตัน ที่อัตราความหนาแน่นของลูกปูประมาณ 100,000 ตัว/น้ำ 1 ตัน ความเค็ม 30-33 ppt อาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปูม้าระยะแรกฟัก (Zoea stage) - ระยะที่เป็นตัวปูครั้งแรก (First crab) ได้แก่ โรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียแรกฟัก สำหรับอาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปูม้าระยะ crab อายุ 1 วันเป็นต้นไป จะใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งทะเล (เบอร์ 2) อนุบาลลูกปูจนมีอายุประมาณ 40-45 วัน หรือให้ได้ขนาดความกว้าง

กระดองประมาณ 1.5 เซนติเมตร จากนั้น นำลูกปูมาเลี้ยงในบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร ที่อัตราปล่อย 3 ตัว/ตารางเมตร เลี้ยงปูม้าในบ่อดินด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกุ้งทะเล ตามวิธีการของวุฒิชัย และคณะ (2555) นานประมาณ 60 วัน จึงสุ่มปูม้าในบ่อดินขึ้นมาพักไว้ในบ่อซีเมนต์ขนาด 2 ตัน ภายในโรงเพาะฟัก เพื่อปรับสภาพปูม้าให้กินอาหารทดลองนานประมาณ 1 สัปดาห์ ก่อนนำไปศึกษาต่อไป

Table 1 Ingredients and composition (% dry matter) of artificial feed Klongwan 1.

Ingredients	Formulated test feed (%)
Fish meal (64.9%P, 6.0%L)	30
Protein Kaset (49.0%P, 0.2%L)	29
Soybean meal (42.3%P, 1.4%L)	8
Rice bran, solvent extracted (17.2%P, 1.6%L)	10
Wheat flour	20
Fish oil	1.5
Palm oil	1
Dicalciumphosphate	0.25
Premix	0.25
Total	100
Composition of artificial feed	**Mean±SD. (Min-Max)**
Crude protein (%)	36.1±0.5 (35.5-36.7)
Crude lipid (%)	5.3±0.8 (4.5-6.0)
Crude fiber (%)	2.7±0.5 (2.1-3.3)
Ash (%)	9.4±4.2 (4.7-13.7)
Moisture (%)	7.4±0.9 (6.0-8.5)
Nitrogen free extract (%)	39.1±3.9 (33.8-42.9)
Digestible energy (Kcal/diets 100 g)	252.9±5.5 (244.1-260.1)

Note: P = crude protein, L = crude lipid.

การดำเนินการทดลอง

สุ่มปูม้าที่มีน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 80-90 กรัม (ความกว้างกระดองอยู่ในช่วง 10.1-10.7 เซนติเมตร และความยาวกระดองอยู่ในช่วง 4.8-4.9 เซนติเมตร) ใส่ตู้กระจกขนาดกว้าง 24 นิ้ว × ยาว 12 นิ้ว × สูง 15 นิ้ว ที่ปริมาตรน้ำ 30 ลิตร ตู้ละ 1 ตัว ให้อากาศตลอดเวลา โดยให้อาหารตามแผนการทดลองที่วางไว้ที่อัตรา 3% ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 2 มื้อ (9.00 และ 15.00 น.) นาน 30 วัน จึงประเมินผลการทดลองในด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain, WG) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily growth, ADG) ตามวิธีของ Brown

(1957) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio, PER) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Food conversion ratio, FCR) ตามวิธีของ Halver (1989) ดังนี้

$$\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (\%)} = \left(\frac{\text{น้ำหนักตัวหลังการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}} \right) \times 100$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัม/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวหลังการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน} = \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}{\text{ปริมาณโปรตีนที่กิน}}$$

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}$$

ระหว่างการทดลองจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 30% ทุกสัปดาห์ และตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกสัปดาห์ ดังนี้ ความเค็มของน้ำวัดด้วย Salinity refractometer (Prima tech) อุณหภูมิน้ำ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) วัดด้วย DO meter (YSI 550A) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำวัดด้วย pH meter (Cyber Scan pH 11) นอกจากนี้ เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียรวมด้วยวิธี Indophenol blue method ปริมาณไนไตรท์ด้วยวิธี Colorimetric method และค่าความเป็นด่างด้วยวิธี Titration method (American Public Health Association *et al*., 2012) ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิเคราะห์ และประมวลผลด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistic for Windows (Version 21.0; IBM Corp., Armonk, NY. USA)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปูม้าที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 85.5±3.7 กรัม เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกุ้งทะเล (Control) อาหารทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 (T1), 5 (T2) และ 8 (T3) มิลลิเมตร ที่ระยะเวลา 30 วัน จะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 108.3±14.4, 101.6±7.2, 96.6±2.8 และ 103.3±15.2 กรัม ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น (%WG) เฉลี่ยเท่ากับ 23.10±20.78, 17.66±4.13, 17.46±3.87 และ 21.60±16.98 % และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) เท่ากับ 0.66±0.57, 0.51±0.14, 0.48±0.10 และ 0.61±0.48 กรัม/วัน ตามลำดับ ส่วนความสามารถในการใช้ประโยชน์จากสารอาหารของปูม้าในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า ปูม้าชุด Control, T1, T2 และ T3 มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) เฉลี่ยเท่ากับ 0.52±0.45, 0.42±0.11, 0.39±0.08 และ 0.51±0.39 และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) เฉลี่ยเท่ากับ 6.03±3.57,

5.30±1.15, 5.36±1.34 และ 5.83±3.17 ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูม้าในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ANOVA, $P>0.05$) (Figure 2)

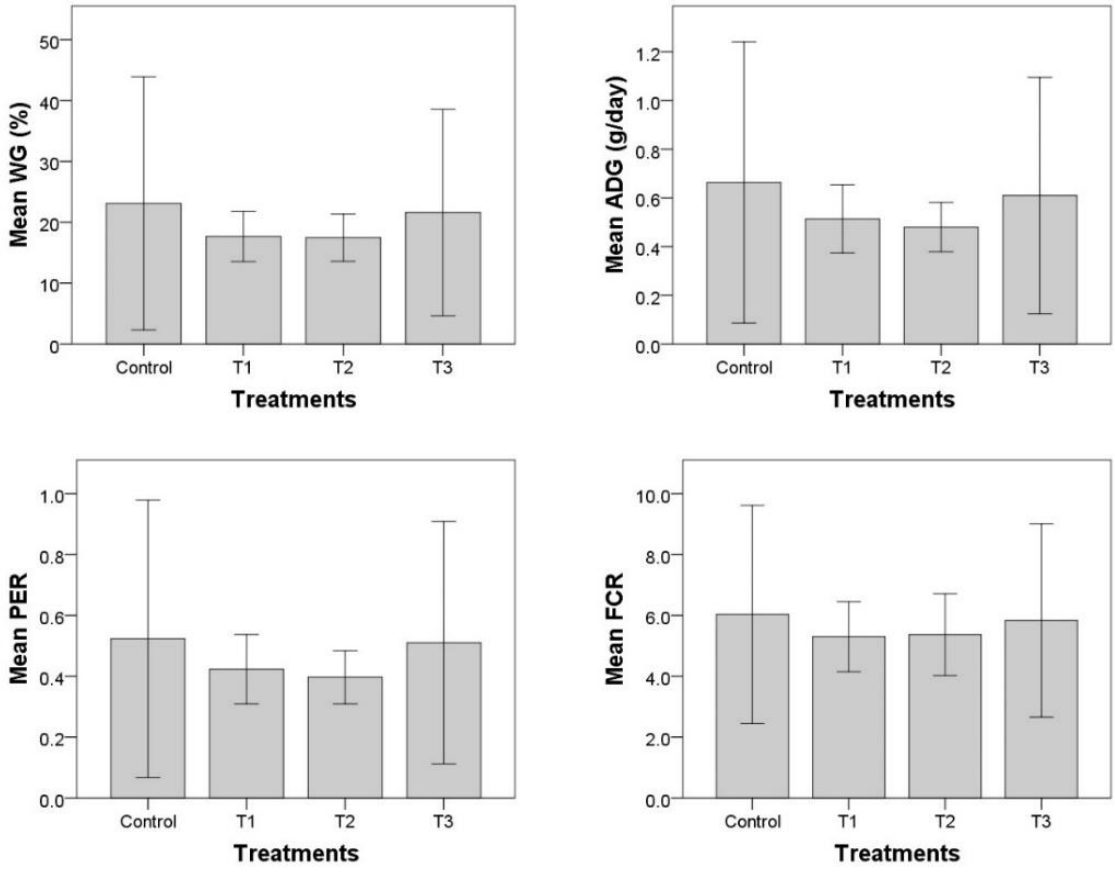


Figure 2 Weight gain (WG), average daily growth (ADG), protein efficiency ratio (PER) and food conversion ratio (FCR) of blue swimming crab (*P. pelagicus*) reared for 30 days; fed with artificial shrimp feed (control) and formulated artificial feed Klongwan 1, 3 mm (T1), 5 mm (T2) and 8 mm (T3) diameter pellets.

นอกจากนี้ ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง พบว่า การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ANOVA, $P>0.05$) (Table 2) ซึ่งค่าคุณภาพน้ำภายใต้การศึกษาครั้งนี้ถือว่ายังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม หรือไม่สงผลกระทบต่อการเลี้ยงปูม้า (วารินทร์ และคณะ, 2548; Maheswarudu *et al*., 2008; Romano and Zeng, 2010; Oniam and Arkronrat, 2013)

Table 2 Water quality parameters (mean±SD) during experimentation of blue swimming crab (*P. pelagicus*) reared for 30 days; fed with artificial shrimp feed (control) and three test feed, 3 mm (T1), 5 mm (T2) and 8 mm (T3) diameter pellets.

Parameter	Treatments				*P*-value
	Control	T1	T2	T3	
Water temperature (ºC)	26.4±0.5	26.5±0.4	26.5±0.5	26.5±0.4	0.97
DO (mg/L)	4.04±0.51	4.01±0.85	3.93±0.96	4.00±0.83	0.99
pH	8.09±0.08	8.11±0.04	8.11±0.05	8.04±0.15	0.78
Salinity (ppt)	34.5±0.8	34.8±0.2	34.6±0.2	34.3±1.3	0.88
Total ammonia (mg-N/L)	0.51±0.13	0.38±0.17	0.57±0.24	0.52±0.24	0.71
Nitrite (mg-N/L)	0.52±0.21	0.56±0.22	0.59±0.25	0.58±0.26	0.98
Alkalinity (mg/L as $CaCO_3$)	136.7±7.4	132.9±6.8	139.4±10.6	135.6±10.5	0.79

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่คำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำ และไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำย่อมทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตดี และได้ผลผลิตที่ดี (เวียง, 2542) ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารเม็ดสูตรคลองวาฬ 1 สามารถนำมาใช้เลี้ยงปูม้าได้เมื่อเทียบกับการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปของกุ้งทะเล โดยคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อความต้องการของปูม้าโดยเฉพาะระดับโปรตีน ซึ่งปูม้าเป็นสัตว์น้ำที่มีความต้องการโปรตีนสูงเนื่องจากเป็นพวกกินเนื้อ (carnivore) และมีพฤติกรรมกินกันเอง (cannibalism) ด้วยเหตุนี้ แหล่งโปรตีนในอาหารจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรพิจารณาในการนำมาผลิตอาหารสำเร็จรูปสำหรับปูม้า ตัวอย่างเช่น ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารทดลองที่มีกากถั่วเหลือง+ปลาป่น (40.5%P, 8.9%L) กากถั่วเหลือง+หอยแมลงภู่ (39.7%P, 11.8%L) กากถั่วเหลือง+หมึก (39.0%P, 11.2%L) และกากถั่วเหลือง+ปลาป่น+หัวกุ้ง+หมึก (40.4%P, 10.9%L) เป็นแหล่งโปรตีนหลักจะมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปกุ้งทะเล และปูม้าที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีกากถั่วเหลือง+ปลาป่นจะมีการเจริญเติบโตต่ำที่สุด (สุพิศ และคณะ, 2548) แต่สำหรับปูม้าที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยมีปลาป่น+โปรตีนเกษตร+กากถั่วเหลือง+รำสกัดเป็นแหล่งโปรตีน (36.1%P, 5.3%L) และมีพลังงานที่ย่อยได้เฉลี่ย 252.9 Kcal/diets 100 g พบว่า มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันกับปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปของกุ้งทะเล โดยปูม้ามีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนจากอาหารทดลองเฉลี่ยอยู่ที่ 0.39 – 0.51 ส่วนจากอาหารสำเร็จรูปของกุ้งทะเลเฉลี่ยอยู่ที่ 0.52 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปริมาณปลาป่น โปรตีนเกษตร กากถั่วเหลือง และรำสกัดตามสูตรอาหารคลองวาฬ 1 (Table 1) เป็นแหล่งโปรตีนที่เหมาะสมต่อการนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปูม้า ส่วนในเรื่องของคุณค่าทางโภชนาการอื่น เช่น ปริมาณไขมันในอาหารทดลองสูตรคลองวาฬ 1 นี้ (4.5-6% L) ถึงแม้ว่าจะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าความต้องการของปูม้าที่มีรายงาน คือ 12-16% ในอาหาร (สุพิศ และคณะ, 2548) แต่ผลการเจริญเติบโตของปูม้าก็ไม่มีความแตกต่างกันกับการเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปของกุ้งทะเลที่มีปริมาณไขมันอยู่ประมาณ 5% ในอาหาร ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณไขมันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปูม้าผันแปรอยู่ในช่วงกว้างกว่าที่มีรายงานมาก่อนหน้านี้

เช่นเดียวกับระดับของไขมันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปูทะเล (*Scylla serrata*) ที่มีรายงานว่าอยู่ระหว่าง 5.3-13.8% (Sheen and Wu, 1999) อย่างไรก็ตาม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูม้าในแต่ละชุดการทดลองที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ อยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง คือ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.3-6.0 ซึ่งโดยปกติแล้วอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.8-4.0 (Maheswarudu *et al*., 2008; Oniam and Arkronrat, 2013) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพการเลี้ยงปูม้าในตู้กระจกไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีพ หรือการเจริญเติบโตของปูม้าเท่าที่ควรเมื่อเทียบกับสภาพการเลี้ยงในบ่อดิน โดยปูม้าทดลองนี้อาจจะใช้พลังงานส่วนใหญ่ที่ได้รับจากสารอาหารที่กินเข้าไปหมดกับการปรับตัวเพื่อการดำรงชีพให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมมากกว่าเพื่อการเจริญเติบโต จึงทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูม้าที่ได้มีค่าสูง เพราะโดยทั่วไปแล้วสัตว์น้ำจะนำพลังงานที่ได้จากการเผาผลาญอาหารมาใช้ในการดำรงชีพเป็นลำดับแรก เช่น การเคลื่อนที่ การหายใจ การปรับตัว เป็นต้น และถ้ามีพลังงานเหลือก็จะนำมาใช้ในการเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ตามลำดับ (เวียง, 2542) ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไปควรมีการทดสอบการเลี้ยงปูม้าตามแผนการศึกษาครั้งนี้ในสภาพการเลี้ยงในระบบจำลองบ่อดิน และควรมีการศึกษาด้านต้นทุนการผลิตควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปูม้าได้อย่างเป็นรูปธรรม

สรุป

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรคลองวาฬ 1 สามารถใช้เลี้ยงปูม้าได้ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดอาหาร (3, 5 และ 8 มิลลิเมตร) ไม่มีผลต่อการกินอาหาร และการเจริญเติบโตของปูม้าเมื่อเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปของกุ้งทะเล นอกจากนี้ อาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรคลองวาฬ 1 ไม่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง อย่างไรก็ตาม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูง ดังนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการ “การยกระดับศักยภาพของสถานีวิจัยทางการเกษตรสู่การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตของผู้ประกอบการการเกษตรในโซ่อุปทานและโซ่คุณค่า” ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2561. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2559.** เอกสารฉบับที่ 12/2561. กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, กรมประมง.

วารินทร์ ธนาสมหวัง, ชัยยุทธ พุทธิจุน, วัฒนา ฉิมแก้ว และสุพิศ ทองรอด. 2548. การเลี้ยงปูม้าในบ่อดิน. น. 339-369. *ใน* วารินทร์ ธนาสมหวัง, สุพิศ ทองรอด และลิลา เรืองแป้น. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการผลิตพันธุ์และการเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) เชิงพาณิชย์.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.

วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม, วาสนา อากรรัตน์ และเทพบุตร เวชกามา. 2555. การประเมินอัตราการกินอาหาร และการรอดตายของปูม้า (*Portunus pelagicus*) ที่เลี้ยงในบ่อดิน. **วารสารเกษตร** 28 (1): 83-91

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. **โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพิศ ทองรอด, วารินทร์ ธนาสมหวัง, มนทกานติ ท้ามติ้น, จีรรัตน์ เกื้อแก้ว และสิริพร ลือชัย ชัยกุล. 2548. การผลิตอาหารสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงปูม้า. หน้า 277-338. *ใน* วารินทร์ ธนาสมหวัง, สุพิศ ทองรอด และลิลา เรืองแป้น. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการผลิตพันธุ์และการเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus,1758) เชิงพาณิชย์**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater 22th ed.** American Public Health Association, Washington, DC, USA.

A.O.A.C. 2000. **Official Methods of Analysis**. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Brown, M.E. 1957. **The Physiology of Fishes. Vol. 1.** Academic Press, New York.

Halver, J.E. 1989. **Fish Nutrition.** Second Edition. Academic Press, New York.

Maheswarudu, G., J. Jose, K.R. Manmadhan Nair, M.R. Arputharaj, A. Ramakrishna, A. Vairamani and N. Ramamoorthy. 2008. Evalution of the seed production and grow out culture of blue swimming crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) in India. **Indian Journal of Marine Sciences** 37 (3): 313-321.

National Research Council of the National Academies. 1993. **Nutrient Requirements of Fish.** National Academy Press, Washington, D.C.

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.

Romano, N and C. Zeng. 2010. Survival, osmoregulation and ammonia-N of blue swimming crab, *Portunus pelagicus*, juveniles exposed to different ammonia-N and salinity combinations. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part C** 151: 222-228.

Sheen, S.S. and S.W. Wu. 1999. The effects of dietary lipid levels on the growth response of juvenile mud crab *Scylla serrata*. **Aquaculture** 175, 143-153.

พฤติกรรมการสัมผัสและรบกวนปะการังของนักดำน้ำตื้นบริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี

Snorkeler's behavior towards reef at Koh Samaesarn, Chonburi province.

ธนภัทร์ ชัยเศรษฐพงศ์[1*] สุชาย วรชนะนันท์[1] ดรรชนี เอมพันธุ์[2] และ อุไรรัฒท์ เนตรหาญ[3]

Thanapat Chaisedtapong[1*], Suchai Worachananant[1], Dachanee Emphandhu[2] and Urairathr Nedtharnn[3]

บทคัดย่อ

การดำน้ำเป็นกิจกรรมที่นิยม อย่างไรก็ตามการดำน้ำตื้นที่ไม่เหมาะสมสามารถสร้างความเสียหายต่อปะการัง จากการศึกษาพฤติกรรมนักดำน้ำตื้นบริเวณเกาะแสมสาร จ.ชลบุรี รวม 440 คน พบว่าอัตราการสัมผัสสูงสุดพบที่ระดับความลึกของน้ำทะเลที่ต่ำกว่า 1.5 เมตร ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราสัมผัสและรบกวนคือเพศ การมีกล้องถ่ายภาพใต้น้ำและระดับความลึกน้ำทะเล จากสมการถดถอยแบบปัวซองพบว่าระดับความลึกน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการสัมผัสรบกวนลดลง 0.150 เท่า นักดำน้ำตื้นที่มีกล้องถ่ายภาพใต้น้ำมีแนวโน้มสัมผัสปะการังสูงกว่านักดำน้ำที่ไม่พกพากล้อง 2.322 เท่า และเพศหญิงมีอัตราการสัมผัสน้อยกว่าเพศชาย 0.433 เท่า ดังนั้นนักดำน้ำเพศชายและนักดำน้ำที่มีกล้องถ่ายภาพใต้น้ำซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อแนวปะการังสูงควรได้รับการดูแลจากเจ้าหน้าที่เพิ่มขึ้น และควรส่งเสริมพื้นที่ประกอบกิจกรรมดำน้ำตื้นที่ระดับความลึกน้ำทะเลมากกว่า 1.5 เมตร

ABSTRACT

Snorkeling is a popular activity. However, improper snorkeling can do harm to coral. In this study, snorkeler behavior has been recorded at Koh Samaesarn, Chonburi province with the total number of 440 individual. The highest touch rate was shallowness of water level at less than 1.5 depths. The Factors affected to touch and disturbance was gender, underwater cameras and water level. Poisson regression analysis revealed that number of touch and disturbance of individual varied when water level was one meter upper than present, contact rate will go down by 0.150 times, divers with underwater cameras tended to contact coral more that those without cameras by 2.322 times and female had lower touch rate than male by 0.433 times. Therefore male divers and diver with camera are the groups that likely to have higher rate of harming the reef, should receive higher attention from official and official should encourage the snorkeling activity in the place that water level is upper than 1.5 meters.

Key Words: Snorkeler, Behavior, Touching, disturbance, Koh Samaesarn

*Corresponding author; e-mail address: b5310202005@gmail.com

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3]ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[3]Department of Fishery Management, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีระบบนิเวศหลากหลายและอุดมไปด้วยสิ่งมีชีวิตนานาพันธุ์ เป็นแรงดึงดูดเชื้อเชิญให้คนไทยและชาวต่างชาติเข้ามาสัมผัสความสวยงามและความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพเป็นจำนวนมาก การท่องเที่ยวทางธรรมชาติเป็นอีกหนึ่งแรงขับเคลื่อนเศรษฐกิจ สร้างรายได้หมุนเวียนสู่ประเทศอย่างมหาศาล (เผดิมศักดิ์, 2550) โดยการท่องเที่ยวทะเลสามารถประกอบกิจกรรมได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น ล่องเรือ เที่ยวเกาะ ตกปลา เล่นกีฬาทางน้ำ รวมถึงการดำน้ำดูปะการังทั้งรูปแบบการดำน้ำตื้นและการดำน้ำลึกซึ่งเป็นกิจกรรมนันทนาการที่นิยมอย่างมากเพราะนักท่องเที่ยวสามารถสัมผัสประสบการณ์ใกล้ชิดธรรมชาติโดยตรง เกิดความประทับใจจากความงดงามและความหลากหลายจากบรรดาสัตว์น้ำนานาชนิดของโลกใต้ทะเล

เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี อยู่ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) เพื่อมุ่งหวังเป็นเกาะแหล่งการเรียนรู้ตั้งแต่ยอดเขาถึงท้องทะเล (แพรวพรรณและกรณ์รวี, 2550) ตั้งอยู่ไม่ห่างไกลจากกรุงเทพฯ มีการคมนาคมสะดวก น้ำทะเลใส สามารถดำน้ำตื้นได้ตลอดทั้งปี มีทรัพยากรทางทะเลค่อนข้างสมบูรณ์และหลากหลาย (กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา, 2561) เป็นอีกหนึ่งเกาะที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยว โดยเฉพาะช่วงวันหยุดและเทศกาลต่างๆ ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่นักท่องเที่ยวมีพฤติกรรมที่เหมาะสมเนื่องจากมีเจ้าหน้าที่คอยดูแลอย่างใกล้ชิด แต่ในบริเวณเขตน้ำตื้นพบว่านักท่องเที่ยวมีการสัมผัสปะการังทำให้สภาพแวดล้อมและทรัพยากรทางทะเลอาจได้รับผลกระทบจากการท่องเที่ยวจนเป็นสาเหตุของความเสื่อมโทรมตามมา (เศรษฐพงษ์และคณะ, 2558)

อย่างไรก็ตามการประกอบกิจกรรมท่องเที่ยวและดำน้ำของนักท่องเที่ยวอาจจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังอย่างไม่อาจหลีกเลี่ยง เช่น ของเสียจากขยะและสิ่งปฏิกูล การให้อาหารหรือทิ้งเศษอาหารลงทะเล อันนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการหาอาหารและแย่งชิงพื้นที่อาศัยของสัตว์น้ำ การแตกหักของปะการังจากการทิ้งสมอเรือ การแตะจับ สัมผัสจากอวัยวะและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของนักดำน้ำ เป็นต้น (นฤมล, 2541)

นอกจากนี้กิจกรรมดำน้ำตื้นเป็นกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวสามารถสัมผัสทรัพยากรทางทะเลได้ง่าย เข้าถึงได้ทุกเพศทุกวัยไม่มีข้อจำกัด เสียค่าใช้จ่ายน้อย ใช้เวลาในการศึกษาอุปกรณ์และทักษะการดำน้ำตื้นน้อยและไม่ยุ่งยากเท่าการดำน้ำลึกที่ต้องมีใบอนุญาตจากการผ่านฝึกอบรม ซึ่งในขณะนักดำน้ำตื้นประกอบกิจกรรมอาจมีการสัมผัสสิ่งมีชีวิต เหยียบหรือยืนพักบนปะการัง ไม่ว่าจะเกิดจากความไม่ได้ตั้งใจด้วยความไม่รู้หรือตั้งใจเพราะความอยากรู้อยากลองจะส่งผลกระทบทางลบต่อระบบนิเวศปะการังโดยตรง การสัมผัสรบกวนหรือทำอันตรายรุนแรงจนแตกหัก จะทำให้ปะการังเกิดความเครียด อ่อนแอ เป็นโรคง่ายและตายในท้ายที่สุด (Plathong *et al*., 2000) หรือต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการรักษาสภาพด้วยตัวเองตามธรรมชาติในกรณีที่ได้ผลกระทบสะสมยาวนาน ซึ่งจะส่งผลทำให้พื้นที่ท่องเที่ยวทางทะเลเสื่อมโทรมจนไม่สามารถฟื้นฟูกลับมาเหมือนเดิมได้ อีกครั้งนำไปสู่การสูญเสียแหล่งทรัพยากรทางทะเลอย่างถาวร ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อีกต่อไป (นฤมล, 2541)

การศึกษาลักษณะพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวในขณะดำน้ำตื้น ลักษณะการสัมผัสและรบกวนต่อสิ่งมีชีวิตในปะการังในขณะดำน้ำตื้น รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการสัมผัสและรบกวนปะการังจึงสำคัญเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่แนวทางการจัดการ หรือเฝ้าระวังขณะดำน้ำตื้นแก่กลุ่มนักท่องเที่ยว อันจะช่วยลดการสร้างผลกระทบเชิงลบแก่แนวปะการัง เกิดความปลอดภัยแก่นักดำน้ำตื้นและปลอดภัยต่อแหล่งพื้นที่ท่องเที่ยวทางทะเล เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กระดานจดบันทึกจำนวนและพฤติกรรมนักดำน้ำตื้น
2. อุปกรณ์ดำน้ำแบบ Snorkel ประกอบด้วยหน้ากากดำน้ำ ท่อหายใจ และเสื้อชูชีพ
3. กล้องบันทึกภาพใต้น้ำ

วิธีการ

การศึกษาพฤติกรรมการสัมผัสและรบกวนปะการังของนักดำน้ำตื้นจำนวน 440 ตัวอย่าง บริเวณหาดเทียนและหาดลูกลม เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี (Figure1) ด้วยวิธีติดตามนักดำน้ำตื้นรายบุคคลแบบบังเอิญและไม่แจ้งให้ทราบล่วงหน้าเป็นเวลา10 นาที หลังนักดำน้ำตื้นปรับสภาพลอยตัวอยู่ในสภาวะปกติ เลือกทำการศึกษาบริเวณปะการังใกล้ฝั่งซึ่งอยู่ในแนวน้ำตื้นที่มีโอกาสเสี่ยงได้รับผลกระทบจากนักดำน้ำตื้น จดบันทึกจำนวนครั้งการสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตโดยใช้มือ เท้าหรืออุปกรณ์อื่นๆ รวมถึงบันทึกปัจจัยที่ส่งผลต่อการสัมผัสและรบกวนปะการังของนักน้ำตื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย เพศ สถานะการลอยตัวผิวน้ำ การมีและไม่มีกล้องบันทึกภาพใต้น้ำ และระดับน้ำทะเลขณะนักดำน้ำตื้นประกอบกิจกรรมลงในกระดานบันทึกใต้น้ำ ซึ่งประยุกต์จากวิธีการศึกษาของ Warachananant *et al.* (2008) ทำการศึกษาเดือนละ 2 ครั้ง แบ่งเป็นวันธรรมดา 1 ครั้งและวันหยุดสุดสัปดาห์ 1 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2560 ถึงกรกฎาคม 2561

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้านลักษณะพฤติกรรมการสัมผัสและรบกวน ทำโดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังของนักดำน้ำตื้น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยแบบปัวซอง (Poisson regression analysis) ทดสอบนัยสำคัญของตัวแบบด้วยสถิติทดสอบไคสแควร์ และ Likelihood ratio test และทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสัมผัสและรบกวนด้วยสถิติทดสอบ Wald ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

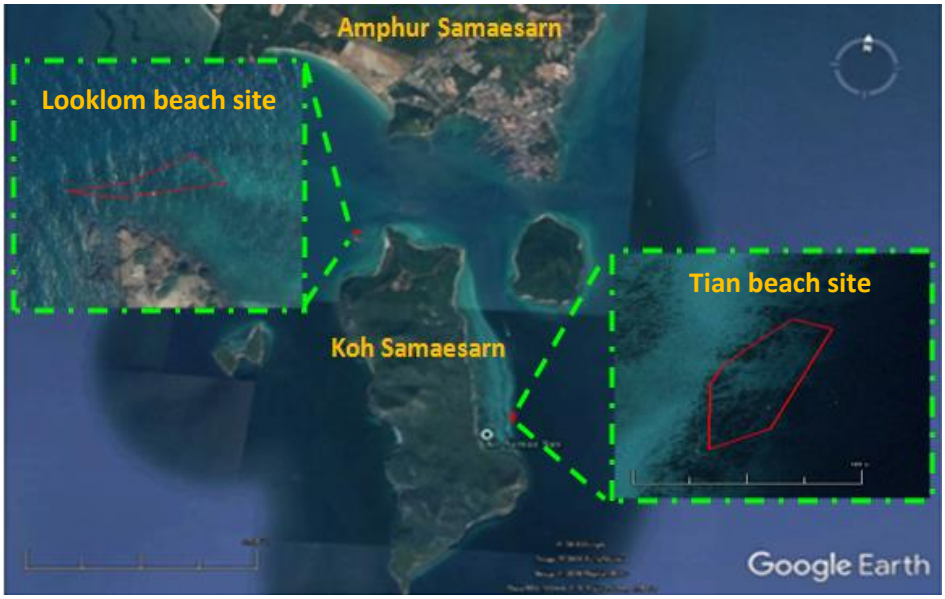


Figure 1 Study sites at Looklom beach and Tian beach

ผลและวิจารณ์ผล

พฤติกรรมดำน้ำของนักดำน้ำตื้นในบริเวณพื้นที่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี

ผลการบันทึกพฤติกรรมการดำน้ำของนักดำน้ำตื้นบริเวณหาดเทียนและหาดลูกลม เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี รวมทั้งสิ้น 440 ตัวอย่าง พบว่าเกือบทั้งหมดเป็นนักท่องเที่ยวชาวไทย (ร้อยละ 95.0) มากกว่าครึ่งหนึ่งของนักดำน้ำตื้นเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 53.4) นักดำน้ำตื้นมีลักษณะการว่ายน้ำในแนวตั้งฉากกับผิวน้ำ (ร้อยละ 66.6) และไม่มีกล้องบันทึกภาพใต้น้ำ(ร้อยละ 69.3) (Figure2) นักดำน้ำตื้นมีพฤติกรรมสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 19จากสัมผัสและรบกวนแนวปะการังทั้งหมด เกิดจากการสัมผัสด้วยเท้าคิดเป็นร้อยละ 41.0 (ค่าเฉลี่ย = 0.09, S.D. = 0.024) สัมผัสด้วยมือร้อยละ 37.0 (ค่าเฉลี่ย = 0.08, S.D. = 0.024) และจากอุปกรณ์อื่นๆ ร้อยละ 22.0 (ค่าเฉลี่ย = 0.09, S.D. = 0.036) และสิ่งที่ถูกนักดำน้ำตื้นสัมผัสมากที่สุดคือ ปะการังคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 72.0,ปลาร้อยละ 20.0และสัตว์น้ำอื่นๆร้อยละ 8.0 ตามลำดับ (Figure3)

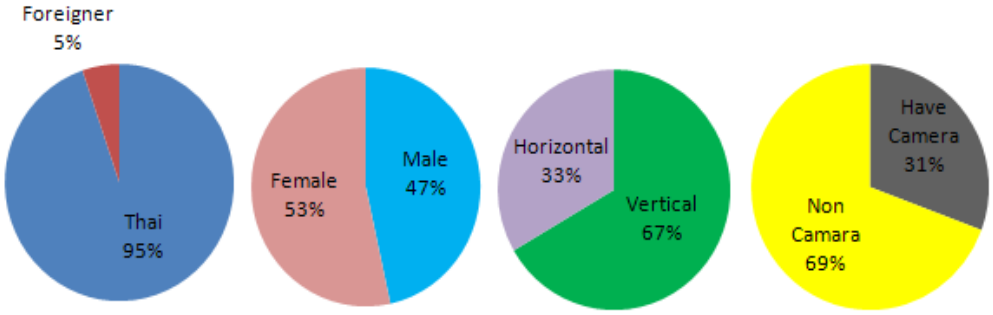


Figure 2 Demographic of snorkelers

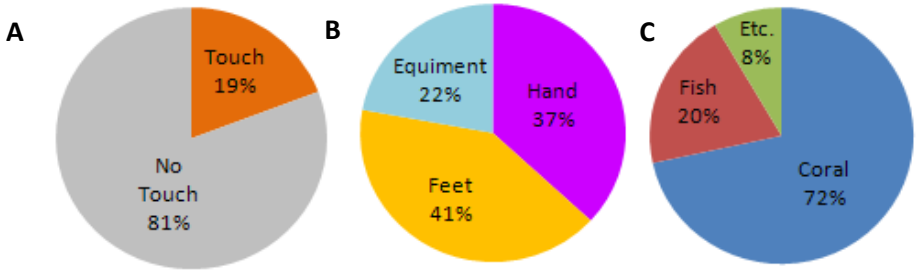


Figure 3 A = Touching, B = Touch parts and C = Sufferers

เมื่อพิจารณาอัตราการสัมผัสและรบกวนปะการังของนักดำน้ำตื้น พบว่าที่ระดับความลึกน้ำทะเลต่ำกว่า 1.5 เมตร จะพบว่าเกิดการสัมผัสและรบกวนจากนักดำน้ำตื้นมากที่สุด โดยมีความถี่ในการสัมผัสและรบกวนอยู่ที่ 0.40 ครั้งต่อคนต่อช่วงเวลา รองลงมาคือกลุ่มนักดำน้ำตื้นที่พกพากล้องบันทึกภาพใต้น้ำขณะดำน้ำซึ่งมีความถี่ในการสัมผัสและรบกวน 0.36 ครั้งต่อคนต่อช่วงเวลา ในขณะที่นักดำน้ำตื้นประกอบกิจกรรมที่ระดับความลึกน้ำทะเลสูงกว่า 1.5 เมตร จะพบว่าเกิดการสัมผัสและรบกวนน้อยที่สุด มีความถี่ในการสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังเพียง 0.13 ครั้งต่อคนต่อช่วงเวลา (Table 1) แสดงให้เห็นว่าระดับความลึกน้ำทะเลส่งผลต่อการสัมผัสและรบกวนมากกว่าปัจจัยอื่นๆ

Table 1 Average and Frequencies of touching and disturbance with reef animals made by snorkeler at Koh Sameasarn amongst different factors. (Time/person in 10 minutes)

	Touch rate	Frequencies of touch
Gender		
- Male	0.12 ±0.023	0.31 ±0.089
- Female	0.07 ±0.016	014 ±0.041
Status		
- Vertical	0.10 ±0.017	0.18 ±0.039
- Horizontal	0.08 ±0.023	0.28 ±0.117
Camera		
- No Camera	0.08 ±0.016	0.15 ±0.037
- Have Camera	0.12 ±0.014	0.36 ±0.129
Level Sea		
- More than 1.5 m	0.07 ±0.015	0.13 ±0.035
- Less than 1.5 m	0.14 ±0.029	0.40 ±0.123

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสัมผัสและรบกวนปะการัง

การวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการสัมผัสและรบกวนปะการังของนักดำน้ำตื้นประกอบด้วยปัจจัยด้านเพศ สถานะการลอยตัวผิวน้ำ การมีและไม่มีกล้องบันทึกภาพใต้น้ำ และระดับ ความลึกน้ำทะเล ผลการศึกษาพบว่าอัตราการสัมผัสและรบกวนของปะการังของนักดำน้ำตื้นขึ้นอยู่กับระดับความลึกของน้ำทะเล (Wald χ^2= 34.205, Likelihood χ^2 = 77.736, df = 1, P<0.05) การมีกล้องบันทึกภาพขณะดำน้ำ (Wald χ^2 = 16.666, Likelihood χ^2 = 77.763, df = 1, P<0.05) และเพศของนักดำน้ำ (Wald χ^2 = 14.732, Likelihood χ^2 = 77.763, df = 1, P<0.05)

สมการการถดถอยแบบปัวซองที่แสดงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสัมผัสและรบกวนแนวปะการังของปัจจัยข้างต้นคือ

$$\hat{\mu}_i = \exp^{\beta_0+\beta_1 \text{Level Sea}_i+\beta_2 \text{Camera}_i+\beta_3 \text{Status}_i}$$

$$\hat{\mu}_i = \exp^{1.720-0.838 \text{Level Sea}_i+0.843 \text{Camera}_i-1.900 \text{Status}_i}$$

สำหรับปัจจัยด้านสถานะการลอยตัวของนักดำน้ำตื้นขณะประกอบกิจกรรมการดำน้ำพบว่าเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่ออัตราการสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากพฤติกรรมการสัมผัสและรบกวนของนักดำน้ำตื้นไม่แตกต่างกันกลุ่มที่มีสถานะการลอยตัวแนวตั้งฉากกับผิวน้ำมักจะมีการสัมผัสด้วยการเหยียบยืนบนปะการังเพื่อทรงตัวและเข้าใจผิดว่าปะการังโขดคือก้อนหิน ส่วนการลอยตัวแนวราบ

จะเกิดการสัมผัสจากการใช้อุปกรณ์เสริมช่วยบันทึกภาพใต้น้ำหรือใช้มือไล่กวดฝูงปลา ทำให้ชนิดพันธุ์ที่ปรับตัวง่ายไม่กลัวมนุษย์เข้ามาแทนที่ปลาสายพันธุ์ดั่งเดิมบางชนิดที่รักสันโดษและแตกตื่นง่าย เกิดการแย่งชิงอาณาเขต (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556) สำหรับผลของระดับความลึกของน้ำทะเลต่ออัตราการสัมผัสรบกวนในกรณีที่นักดำน้ำตื้นเป็นเพศเดียวกัน และมีการพกหรือไม่พกกล้องบันทึกภาพใต้น้ำในลักษณะเช่นเดียวกัน พบว่าระดับความลึกน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น 1 เมตร ส่งผลให้อัตราการสัมผัสและรบกวนลดลงเฉลี่ย 0.150 เท่า (Table 2) ชี้ให้เห็นว่าระดับความลึกน้ำทะเลมีส่วนสำคัญในการช่วยป้องกันไม่ให้อวัยวะส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายสัมผัสปะการังสอดคล้องกับการศึกษาของ Rodgers และคณะ (2003) พบว่าพื้นที่ที่นักดำน้ำตื้นสามารถหยั่งขาเหยียบ ยืนและแตะถึงจะเกิดความเสียหายต่อแนวปะการัง สำหรับการมีกล้องบันทึกภาพใต้น้ำขณะประกอบกิจกรรม พบว่านักดำน้ำกลุ่มที่มีการพกพากล้องขณะดำน้ำตื้นมีอัตราการสัมผัสรบกวนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการพกพากล้องบันทึกภาพใต้น้ำถึง 2.322 เท่า (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากกล้องบันทึกภาพใต้น้ำจะเป็นปัจจัยทำให้นักดำน้ำตื้นต้องการเข้าใกล้แนวปะการังเพื่อเก็บภาพโลกใต้ท้องทะเลอันงดงาม นอกจากนี้ผลการศึกษาของนฤมล (2541) กล่าวว่าการมีกล้องบันทึกภาพใต้น้ำทำให้นักดำน้ำมีโอกาสชน กระแทกปะการังด้วยความไม่ระมัดระวังและไม่ตั้งใจ สำหรับเพศของนักดำน้ำตื้นพบว่านักดำน้ำตื้นเพศหญิงมีอัตราการสัมผัสและรบกวนปะการังต่ำกว่าเพศชาย 0.433 เท่า (Table 2) เนื่องจากเพศชายส่วนใหญ่มีส่วนสูงเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิง เมื่อระดับความลึกน้ำทะเลลดต่ำจึงมีโอกาสที่เท้าสัมผัส เตะ เหยียบยืนบนปะการังเพิ่มขึ้น อีกทั้งเพศชายเป็นเพศที่มีนิสัยชอบความท้าทาย อยากรู้ อยากลอง ทำให้นักดำน้ำตื้นเพศชายมีแนวโน้มสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังมากกว่าเพศหญิง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Harriott (2002) และ Webler and Jakubowski (2016)

ดังนั้นแต่ละรอบกิจกรรมควรหลีกเลี่ยงการประกอบกิจกรรมน้ำดำตื้นช่วงระดับความลึกน้ำทะเลลดต่ำหรือปิดพื้นที่ดำน้ำตื้นบางส่วนที่มีระดับความลึกต่ำกว่า 1.5 เมตร เจ้าหน้าที่ควรเฝ้าระวังและแจ้งเตือนกลุ่มนักดำน้ำตื้นเพศชายและกลุ่มนักดำน้ำตื้นที่มีกล้องบันทึกภาพใต้น้ำเป็นพิเศษ เนื่องจากแนวโน้มสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังมากกว่ากลุ่มอื่น เพื่อป้องกันอันตรายแก่นักดำน้ำตื้นและลดความเสียหายในแนวปะการังบริเวณจุดดำน้ำตื้น

Table 2 Poisson Regression Model

Parameter	$\hat{\beta}$	S.E.($\hat{\beta}$)	Exp($\hat{\beta}$)	Wald χ^2	P - value
Intercept	1.720	0.538	5.586	10.219	0.001
female	-0.838	0.218	0.433	14.732	<0.0001
cam	0.843	0.206	2.322	16.666	<0.0001
sea	-1.900	0.325	0.150	34.205	<0.0001

สรุป

จากการสังเกตพฤติกรรมนักดำน้ำตื้นขณะประกอบกิจกรรมดำน้ำตื้นบริเวณหาดเทียนและหาดลูกลม เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี รวมทั้งสิ้น 440 ตัวอย่างพบว่านักดำน้ำตื้นมีพฤติกรรมสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังร้อยละ 19.0 ซึ่งเกิดจากการสัมผัสด้วยเท้ามากที่สุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 41.0 และปะการังเป็นสิ่งที่ถูกนักดำน้ำตื้นสัมผัสมากถึงร้อยละ 72.0 ขณะที่นักดำน้ำตื้นประกอบกิจกรรมที่ระดับความลึกน้ำทะเลต่ำกว่า 1.5 เมตร จะมีอัตราการการพบว่าสัมผัสและความถี่ในการสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังมากที่สุด โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง คือ ระดับความลึกน้ำทะเล การมีกล้องบันทึกภาพใต้น้ำ และเพศ จากการศึกษาพบว่าเมื่อระดับความลึกน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น 1 เมตร ส่งผลให้อัตราการสัมผัสและรบกวนของนักดำน้ำตื้นลดลงเฉลี่ย 0.150 เท่า กลุ่มที่พกพากล้องบันทึกภาพใต้น้ำขณะดำน้ำตื้นมีอัตราการสัมผัสรบกวนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการพกพากล้องบันทึกภาพใต้น้ำถึง 2.322 เท่า และนักดำน้ำตื้นเพศหญิงมีอัตราการสัมผัสและรบกวนปะการังต่ำกว่าเพศชาย 0.433 เท่า

ดังนั้นช่วงเวลาประกอบกิจกรรมดำน้ำตื้น สิ่งแรกที่ควรคำนึงถึงคือระดับความลึกน้ำทะเล ควรจัดช่วงกิจกรรมเมื่อมีระดับความลึกน้ำทะเลเหนือแนวปะการังมากกว่า 1.5 เมตร เพื่อป้องกันไม่ให้อวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งสัมผัสแนวปะการัง หรือทำการปิดพื้นที่ทุ่นประกอบกิจกรรมบางส่วนในช่วงระดับน้ำทะเลลดลงต่ำกว่า 1.5 เมตร และเจ้าหน้าที่ควรสอดส่องและคอยเตือนกลุ่มนักดำน้ำตื้นเพศชาย และกลุ่มนักดำน้ำตื้นที่มีกล้องบันทึกภาพใต้น้ำ อันเป็นกลุ่มเสี่ยงในการสัมผัสและรบกวนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และหน่วยสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ ผู้สนับสนุนและอนุเคราะห์ค่าใช้จ่ายขณะเก็บตัวอย่างบางส่วน เจ้าหน้าที่และผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ให้การช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา. 2561. แหล่งท่องเที่ยว. ใน **เกาะแสมสาร** (Online). https://thailandtourismdirectory.go.th/th/info/attraction/detail/itemid/21563, 16 ธันวาคม 2561.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2556. **ปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับปะการัง** (Online). https://km.dmcr.go.th/th/c_3/d_14070, 29 ตุลาคม 2561.

นฤมล กรคณิตนันท์. 2541. **ผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อปะการัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์. 2550. **ผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล สถานการณ์ และข้อเสนอ**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.

แพรวพรรณ พัฒยุติ และกรณ์รวี เอี่ยวสมบูรณ์. 2550. **"แสมสาร" เกาะแห่งการเรียนรู้** (Online). http://www.tis-museum.org/articles/article_7/article_7.html, 17 ธันวาคม 2561.

เศรษฐพงษ์ ปุจฉาการ, สิรินทร เทพมังกร และสุเมตต์ ปุจฉาการ. 2558. สถานภาพการท่องเที่ยวทางทะเลของนักท่องเที่ยวบริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี, น.977-984. *ใน* **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Harriott, V. J. 2002. **Marine Tourism Impacts and Their Management on the Great Barrier Reef**. Technical Report No. 46, CRC Reef Research Centre, Townsville.

Plathong S., Inglis G., Huber M. 2000. "Effects of self-guided snorkeling trails on corals in a tropical marine park." **Conservation Biology** 14(6):1821–1833.

Rodgers, K., Cox, E. and Newtson, C. 2003. "Effects of mechanical fracturing and experimental trampling on Hawaiian corals." **Environmental management** 31(3): 377-384.

WeblerT. and Jakubowski K. 2016. "Mitigating damaging behaviors of snorkelers to coral reefs in Puerto Rico through a pre-trip media-based intervention." **Biological Conservation** Vol.197: 223-228.

Worachananant, S., R.W. Carter, M. Hockings and Reopanichkul P. 2008. "Managing the Impacts of SCUBA Divers on Thailand's Coral Reef." **Journal of Sustainable Tourism**, 16:6, 645-663.

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

Subject: Agricultural Extension and Home Economics

ภาคบรรยาย
Oral Presentation



KU
KASETSART
UNIVERSITY

คุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะบางประการของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ

Nutritional Value and Some Characteristics of Commercial Furikake Containing Fish Meat

ภาพิมล ประจงพันธ์[1] อำพร แจ่มผล[1*] ทิพากร ม่วงถึก[1] และ ศิริพร เรียบร้อย คิม[1]

Papimon Prachongpun[1], Amporn Jamphon[1*], Tipakorn Muangtuek[1], and Siriporn Riebroy Kim[1]

บทคัดย่อ

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะบางประการของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ 5 ยี่ห้อ พบว่า ฟูริคาเคะทางการค้ามีปริมาณสารอาหารหลักแตกต่างกัน ปริมาณโปรตีนสอดคล้องกับปริมาณเนื้อปลา ส่วนปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรต 8.35 ถึง 40.32% และ 10.73 ถึง 59.97% ตามลำดับ ส่งผลทำให้พลังงานแตกต่างกัน ($p<0.05$) นอกจากนี้ฟูริคาเคะมีใยอาหารหยาบค่อนข้างน้อย ตัวอย่างฟูริคาเคะมีปริมาณโซเดียมและแคลเซียมแตกต่างกัน ($p<0.05$) ยี่ห้อ A มีปริมาณโซเดียมมากที่สุด ส่วนยี่ห้อ E มีปริมาณแคลเซียมสูงสุด ($p<0.05$) ทุกตัวอย่างมีค่า pH แตกต่างกันเล็กน้อย ($p<0.05$) ฟูริคาเคะทางการค้ามีค่า a_w ต่ำ (0.29-0.4) ค่า L*, a*, และ b* ของทุกตัวอย่างแตกต่างกัน ($p<0.05$) ฟูริคาเคะทางการค้ายี่ห้อแตกต่างกันได้รับคะแนนความชอบแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งรสชาติและกลิ่นรส ($p<0.05$) ยี่ห้อ A ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติน้อยที่สุด ส่วนยี่ห้อ E ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติ กลิ่นรส ความกรอบและความชอบรวมสูงสุด ($p<0.05$) จากผลการทดลอง ความแตกต่างด้านคุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะของฟูริคาเคะเป็นผลมาจากความแตกต่างของชนิดเนื้อปลาที่ใช้ ส่วนประกอบ และการทำแห้ง ซึ่งมีผลกระทบต่อการยอมรับฟูริคาเคะ นอกจากนี้ปริมาณโซเดียมเป็นปัจจัยหนึ่งสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟูริคาเคะที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ

ABSTRACT

Five brands of commercial furikake containing fish meat were analyzed for nutritional value, some characteristics and acceptance. Commercial furikake contained different macronutrient. Protein content was coincidental with fish meat used. Fat and carbohydrate contents ranged from 8.35 to 40.32% and 10.73 to 59.97%. These might be affected on difference in energy. Furikake had very low crude fiber. Additionally, furikake samples had sodium and calcium content ($p<0.05$). Brand A had the highest sodium content, while brand E showed the highest calcium content ($p<0.05$). The pH of all samples were slightly different ($p<0.05$). Commercial furikake samples exhibited low a_w (0.29-0.4). L*, a*, and b* varied with the samples ($p<0.05$). Different brands of furikake had differences in likeness scores, particularly taste and flavor ($p<0.05$). Brand A showed the lowest taste liking score. Therefore, the different nutritional value and characteristics (pH, a_w, color and texture) of furikake could be influenced by differences in fish meat species used, ingredients and dehydration and determined acceptability of furikake. Furthermore, the sodium content could be appointed as a factor for furikake containing fish meat product development.

Key Words: furikake, nutritional value, fish meat protein, sodium

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

[1]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

คำนำ

ฟูริคาเคะ (Furikake) หรือผงโรยข้าว เป็นผลิตภัณฑ์ปรุงรสสำหรับโรยบนข้าวสวย ผักสลัด หรือซุป โดยทั่วไป ฟูริคาเคะประกอบด้วย เนื้อปลาแห้ง (ผงหรือชิ้นเล็ก) ไข่แห้ง สาหร่ายแห้ง งา เครื่องเทศ ส่วนประกอบเหล่านี้จะมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มขึ้นเมื่อได้รับไอน้ำจากข้าวสวยร้อน (Strauss, 2005) โดยทั่วไปการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาฟูริคาเคะในประเทศไทย มักนำผักมาเป็นส่วนประกอบหลักเพื่อเป็นการเพิ่มใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ฟูริคาเคะจากผักสลัด (ดวงรัตน์, 2554) ประภาสิริ และคณะ (2561) รายงานว่า ฟูริคาเคะ เพื่อสุขภาพสามารถผลิตจากผักผง (มะเขือเทศ บร็อคโคลี่ แครอท และเห็ดนางฟ้า) ปรุงรสต้มยำ ซึ่งทำให้มีใยอาหารและความสามารถต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังมีฟูริคาเคะสามารถผลิตจากเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น ปลาสลิด (รจนา, 2551) ปลานิลจิตรลดารมควันรสบูดู (อทิตา, 2554) คุณลักษณะของฟูริคาเคะมีความสำคัญต่อความปลอดภัยและการยอมรับของผู้บริโภค เช่น ปริมาณความชื้น (น้อยกว่า 13%) ค่า a_w (น้อยกว่า 0.6) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาป่นปรุงรส (มผช. 1337, 2549) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1337/2549 (2549) กล่าวว่า ปลาป่นปรุงรส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากเนื้อปลาสดปรุงรสด้วยเครื่องปรุง เช่น ซีอิ๊ว น้ำตาล เกลือ จากนั้นอบแห้งทำให้เป็นชิ้นเล็กและอาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น งา สาหร่าย พริกป่น ปัจจุบันฟูริคาเคะเริ่มได้รับความสนใจจากผู้บริโภคในประเทศไทย ทั้งวัยเด็กวัยผู้ใหญ่และวัยผู้สูงอายุ เนื่องจากฟูริคาเคะทำให้อาหารมีรสชาติดีและคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น ฟูริคาเคะที่วางจำหน่ายในซุปเปอร์มาเก็ตค่อนข้างมีความหลากหลายและมีทั้งผลิตในประเทศไทยและนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น ฟูริคาเคะที่มีเนื้อปลาหรือไข่เป็นส่วนประกอบนั้น มีโปรตีนที่ดีต่อสุขภาพและรสชาติดี (Kumagai and Nihon, 2001) อย่างไรก็ตาม ข้อมูลด้านโภชนาการที่สำคัญต่อสุขภาพและคุณลักษณะบางประการของฟูริคาเคะทางการค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟูริคาเคะที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบยังคงมีน้อย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญและจำเป็นต่อการส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟูริคาเคะเพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านสุขภาพของประชากรที่เป็นอยู่ในขณะนี้ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะบางประการของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ รวมทั้งความชอบทางประสาทสัมผัส เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ฟูริคาเคะที่ดีต่อสุขภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ

1.1 การรวบรวมตัวอย่างฟูริคาเคะทางการค้า

ทำการรวบรวมฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ และมีเครื่องหมายรับรองทางการค้า จำนวน 5 ยี่ห้อ ซึ่งนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น 4 ยี่ห้อ และผลิตในประเทศไทย 1 ยี่ห้อ จากซุปเปอร์มาเก็ตในกรุงเทพมหานคร ทำการรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณส่วนประกอบ และปริมาณการบริโภคต่อครั้ง

1.2 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและพลังงาน

นำตัวอย่างฟูริคาเคะมาบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า (HR2061, Philips, Thailand) บรรจุแบบสุญญากาศในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป (ไม่เกิน 7 วัน) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างฟูริคาเคะทางการค้า ได้แก่ โปรตีน (Kjeldahl method) ไขมัน (Soxhlet method) เถ้า ใยอาหารหยาบ โซเดียม แคลเซียม

ตามวิธีของ AOAC (2000) ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วย 3,5-dinitrosalicyclic acid (DNS) ด้วยการดัดแปลงวิธีการของ James (1999) วิเคราะห์พลังงานอาหารจาก Bomb Colorimeter (6100 Compensated Jacket Calorimeter, Parr, Pakistan) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

2. การวิเคราะห์คุณลักษณะบางประการของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ

ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่า pH ด้วยการชั่งตัวอย่างฟูริคาเคะทางการค้า (5 g) เติมน้ำกลั่น 45 ml ทำการกวนด้วยเครื่องกวน 5 นาที จากนั้นนำไปวัดค่า pH ด้วย pH meter (UltraBasic UB10, Denver instrument, USA) ทำการวิเคราะห์ค่า a_w ด้วยเครื่อง a_w meter (RS-232, AQUA LAB, USA) และวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L* a* และ b*) ด้วยเครื่องวัดค่าสี (ColorFlex, HunterLab, USA) เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA-XTplus, Stable Micro System, UK) ด้วยการดัดแปลงวิธีการของ Mazumber *et al.* (2007) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

3. การประเมินทางประสาทสัมผัสของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ

ทำการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสฟูริคาเคะทางการค้าด้วยผู้ประเมินจำนวน 50 คน (อายุระหว่าง 25-60 ปี) ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำฟูริคาเคะทางการค้า 1 กรัม บรรจุถุงพลาสติกใสแบบซิปล็อค และติดรหัสสามตัวจากการสุ่ม เสิร์ฟพร้อมข้าวสวยร้อน (20 g) อุณหภูมิ 35-45 °C ผู้ประเมินให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point Hedonic Scale (Chamber IV and Wolf, 1996) ระหว่างการประเมินแต่ละตัวอย่าง ทำการกลั้วปากด้วยน้ำสะอาดและแตงกวา (ขนาดประมาณ 0.5 นิ้ว × 1.5 นิ้ว) คุณลักษณะที่ทำการประเมิน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส ความกรอบ ความชอบรวม

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลวิธี One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณค่าทางโภชนาการของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีโปรตีนจากเนื้อปลา

ฟูริคาเคะทางการค้าที่มีโปรตีนจากเนื้อปลา 5 ยี่ห้อ มีส่วนประกอบแตกต่างกัน (Table 1) ชนิดของเนื้อปลาที่ใช้เป็นส่วนประกอบ ได้แก่ ปลาโบนิโตะหรือปลาโอลาย (bonito) ปลาข้าวสาร (shirimen) ปลาป่น (fish powder) ปลาแซลมอน (salmon) และปลาคัตสึโอะหรือปลาโอแถบ (kutsuwonus) แต่ละยี่ห้อมีเครื่องปรุงรสเค็ม ได้แก่ เกลือ (salt) ซอสถั่วเหลือง (soy sauce) ถั่วเหลืองหมัก (soybean paste) ปริมาณแตกต่างกัน นอกจากนี้ส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ งาขาว (white sesame) (ทุกยี่ห้อ) งาดำ (black sesame) น้ำตาล (sugar) แลกโตส (lactose) มอลโทส (maltose) ยี่ห้อ C และ D มีส่วนประกอบเนื้อปลาแซลมอน มักมีการเติมแลกโตสและมอลโทสจากการสังเกตทุกยี่ห้อมีการเติมสาหร่ายทะเล แม้ว่าจะไม่มีข้อมูลบนฉลาก นอกจากนี้ข้อมูลบนฉลากได้แสดงปริมาณบริโภคต่อมื้อแตกต่างกัน ยี่ห้อ A D และ E เท่ากับ 2 กรัม ส่วนยี่ห้อ B เท่ากับ 8 กรัม และยี่ห้อ C เท่ากับ 1 กรัม ดังนั้นการบริโภคฟูริคาเคะแต่ละยี่ห้ออาจทำให้ได้รับสารอาหารแตกต่างกัน

Table 1 Ingredients and serving size on label of commercial furikake containing fish meat

Brands	Ingredients			Serving size
	Fish meat (%)	Salty source (%)	Others (%)	(g)
A	bonito (10) -	salt (8), soy sauce(1)	white sesame (6), sugar (1), wakame (44), aromatic oil (1.5), mirin (0.8)	2
B	shirimen (10) fish powder (38)	soy sauce (2.5)	white sesame (22), black sesame (22), brown sugar (0.5), seaweed (5)	8
C	salmon (4.6)	salt (7.33)	white sesame (21.3), sugar (7.09), lactose (38.07), maltose (2.13), wheat flour (2.1), monosodium glutamate (9.46)	1
D	salmon (11.9)	salt (11.4), soybean paste (9.5)	white sesame (10.8), sugar (6.9), lactose (24.2)	2
E	katsuwonus (44.6)	salt (6.7), soy sauce (9.5)	white sesame (10.2), sugar (9.5)	2

เมื่อทำการศึกษาปริมาณสารอาหารด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลา พบว่า ปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 2.52 – 5.13% (Table 2) ปริมาณโปรตีนของตัวอย่างฟูริคาเคะสอดคล้องกับสัดส่วนของส่วนประกอบปลาและแหล่งโปรตีนอื่น เช่น ถั่วเหลืองหมัก งาขาว งาดำ เป็นต้น ปริมาณโปรตีนของฟูริคาเคะยี่ห้อ D และ E เท่ากับ 40.31% และ 42.18% ตามลำดับ ทั้งสองยี่ห้อมีปริมาณโปรตีนมากกว่ายี่ห้ออื่น ($p<0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากสัดส่วนของปลา ถั่วเหลืองหมัก และงา (Table 1) โปรตีนจากเนื้อปลา จัดเป็นโปรตีนจากเนื้อสัตว์ที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายและสารอาหารหลักให้พลังงาน (สิริพันธุ์, 2553) ฟูริคาเคะยี่ห้อ B มีปริมาณไขมันมากที่สุด ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณงาดำและงาขาว (รวม 44%) ค่อนข้างมาก โดยทั่วไปงามีไขมันและโปรตีน ประมาณ 50% และ 20% ตามลำดับ (Beroza and Kinman, 1995) ส่วนฟูริคาเคะยี่ห้อ A มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด ($p<0.05$) เนื่องจากมีงาขาวเพียง 6% สำหรับยี่ห้อ C D และ E มีปริมาณไขมันในช่วง 12 – 16% ฟูริคาเคะยี่ห้อ C มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พบว่า ฟูริคาเคะยี่ห้อ E และ C มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมากกว่าตัวอย่างอื่น ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลและแหล่งให้ความหวานอื่น (Table 1) ปริมาณใยอาหารหยาบของฟูริคาเคะทางการค้าทั้ง 5 ยี่ห้อน้อยมาก แม้ว่าจะมีงาหรือสาหร่ายเป็นส่วนประกอบ โดยทั่วไป งา ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน ได้แก่ ลิกแนน (ประมาณ 1.5%) (Beroza and Kinman, 1995) ยี่ห้อ D มีปริมาณใยอาหารหยาบมากที่สุด ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจมาจากงาขาวและถั่วเหลืองหมักเป็นส่วนประกอบ

Table 2 Chemical composition and energy of commercial furikake containing fish meat

Composition	Brands				
	A	B	C	D	E
Moisture content (%)	5.13±0.12^{a}	4.69±0.15^{b}	2.52±0.04^{d}	3.86±0.10^{c}	4.57±0.01^{b}
Ash (%)	34.88±0.30^{a}	11.46±0.85^{d}	14.28±0.25^{c}	16.97±0.79^{b}	34.80±0.26^{a}
Protein (%)	29.86±0.09^{c}	26.55±0.87^{d}	13.31±0.09^{e}	40.31±0.55^{b}	42.18±0.05^{a}
Fat (%)	8.35±0.44^{d}	40.32±0.48^{a}	12.42±0.26^{c}	15.81±0.89^{b}	12.28±0.38^{c}
Carbohydrate (%)	26.88±0.63^{b}	21.63±1.86^{c}	59.97±0.52^{a}	25.81±1.95^{b}	10.73±0.51^{d}
Total sugar (mg/g)	92.59±0.0^{e}	309.26±0.0^{d}	1877.78±0.0^{b}	1079.63±0.0^{c}	2155.56±0.0^{a}
Crude fiber (%)	0.02±0.01^{b}	0.05±0.01^{b}	0.01±0.00^{b}	1.10±0.07^{a}	0.01±0.01^{b}
Energy (kcal/g)	4.96±0.20^{c}	7.66±0.04^{a}	6.93±0.19^{b}	7.12±0.16^{b}	4.15±0.01^{d}

Mean± SD from triplicate determinations. Different superscripts in the same row indicate significant differences ($p<0.05$)

ฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลามีปริมาณโซเดียมและแคลเซียมแตกต่างกัน ($p<0.05$) (Table 3) ส่วนยี่ห้อ C D และ E มีโซเดียมน้อยกว่ายี่ห้อ A ประมาณ 2 เท่า และยี่ห้อ B มีโซเดียมน้อยกว่ายี่ห้อ A ประมาณ 10 เท่า Table 1 ฟูริคาเคะยี่ห้อ B มีปริมาณบริโภคต่อครั้งเป็น 4 เท่าของยี่ห้อ A โดยทั่วไปปริมาณสูงสุดของโซเดียมที่ร่างกายได้รับและไม่ทำให้เกิดอันตราย เท่ากับ 2300 mg/วัน (สำนักโรคไม่ติดต่อ, 2556) ซึ่งเท่ากับเกลือป่น 6 กรัม (1 ช้อนชา) นอกจากนี้โซเดียมยังเป็นส่วนผสมในซอสปรุงรสหรือส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น ถั่วเหลืองหมัก ทั้งนี้หากพิจารณาปริมาณโซเดียม ยี่ห้อ A B C D และ E จะได้รับปริมาณโซเดียมต่อมื้อประมาณ 235.4, 89.92, 45.40,108.68 และ 86.86 mg ตามลำดับ ทั้งนี้การบริโภคโซเดียมมีผลต่อสุขภาพและความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ ไต สำหรับแคลเซียม เป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญต่อการทำงานของร่างกาย ได้แก่ ความแข็งแรงของกระดูก การทำงานของกล้ามเนื้อ และการทำงานของเกล็ดเลือด (สิริพันธุ์, 2553) ฟูริคาเคะยี่ห้อ E มีปริมาณแคลเซียมสูงสุด ($p<0.05$) (Table 3) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณปลาคัตสึโอะหรือปลาโอแถบ ซึ่งมีปริมาณแคลเซียม 37 mg% (United States Department of Agriculture (USDA), 2018) นอกจากนี้ยังมีงาขาวเป็นส่วนประกอบ จากผลการทดลองชนิดของปลาและส่วนประกอบต่าง ๆ มีผลต่อปริมาณแร่ธาตุที่สำคัญต่อร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโซเดียมและแคลเซียม

Table 3 Sodium and calcium contents of commercial furikake containing fish meat

Brands	Sodium (mg/g)	Calcium (mg/g)
A	117.73±38^{a}	2.72±0.04^{c}
B	11.24±0.19^{e}	1.39±0.04^{e}
C	45.40±0.52^{c}	1.57±0.06^{d}
D	54.34±0.50^{b}	2.98±0.03^{b}
E	43.43±0.01^{d}	6.24±0.05^{a}

Mean± SD from triplicate determinations. Different superscripts in the same column indicate significant differences ($p<0.05$)

2. คุณลักษณะบางประการของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ

ค่า pH ของฟูริคาเคะทั้ง 5 ยี่ห้อ อยู่ในช่วง 6.10 ถึง 6.82 (Table 4) ยี่ห้อ B C และ D มีค่า pH ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนยี่ห้อ A และ E มีค่า pH น้อยกว่าเล็กน้อย ($p<0.05$) ค่า pH ของอาหาร มีบทบาทต่อการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีและการเจริญของจุลินทรีย์ (Shafiur Rahman, 1999) จากผลการทดลอง ค่า pH ของฟูริคาเคะจัดอยู่ในช่วงเป็นกลาง แม้ว่าทุกตัวอย่างมีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ ความแตกต่างของค่า pH เป็นผลมาจากความแตกต่างของปริมาณและชนิดส่วนประกอบ โดยทั่วไปค่า a_w ของอาหารประเภทปลาป่นปรุงรสต้องไม่เกิน 0.6 ค่า a_w นั้น เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร ค่า a_w บ่งบอกถึงการควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์(มผช.1337, 2549) จากผลการตรวจวัดค่า a_w พบว่า ฟูริคาเคะทั้ง 5 ยี่ห้อ มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.29 ถึง 0.40 ซึ่งไม่เกิน 0.6 ตามข้อกำหนดคุณภาพปลาป่นปรุงรส (มผช.1337/2549) อย่างไรก็ตาม ฟูริคาเคะทั้ง 5 ยี่ห้อ มีค่า a_w แตกต่างกันเล็กน้อย ($p<0.05$) ทั้งนี้ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์อาหาร ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น กระบวนการกำจัดน้ำออกจากอาหาร ฟูริคาเคะเป็นผงปรุงรสที่ผลิตโดยการนำส่วนประกอบมาทำแห้งซึ่งอาจทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด การอบแห้ง การอบแห้งสุญญากาศ ดังนั้นความแตกต่างของค่า a_w ของตัวอย่างฟูริคาเคะอาจมาจากวิธีการและอุณหภูมิการทำแห้ง การเตรียมส่วนประกอบ ความสามารถในการดูดความชื้นของส่วนประกอบ เป็นต้น

ฟูริคาเคะทางการค้ายี่ห้อ C D และ E มีค่าแรงสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ($p<0.05$) (Table 4) ค่าแรงสูงสุด บ่งบอกถึงคุณลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบ ความกรอบของฟูริคาเคะอาจเป็นผลมาจากเนื้อสัมผัสของส่วนประกอบที่ผ่านการทำแห้ง จากผลการทดลองตัวอย่างที่มีค่าแรงสูงสุดจะมีปริมาณความชื้นต่ำ เนื้อสัมผัสของอาหารขึ้นกับโครงสร้างของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำในอาหาร และองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ (Mazumder *et al.*, 2007)

ค่าสีของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลา 5 ยี่ห้อ แสดงดัง Table 4 ยี่ห้อ B มีค่า L* สูงสุดแต่มีค่า a* น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ($p<0.05$) ค่า L* และ a* บ่งบอกถึง ความสว่างและความเป็นสีแดงตามลำดับ จากการสังเกต ยี่ห้อ B มีสีอ่อนกว่ายี่ห้ออื่น (Figure 1) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปลาข้าวสารและงาขาวมากกว่ายี่ห้ออื่น ค่า a* ของยี่ห้อ C และ D ค่อนข้างสูงกว่ายี่ห้ออื่น ($p<0.05$) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการมีเนื้อปลาแซลมอนเป็นองค์ประกอบ 4.16 และ 11.9 ตามลำดับ ค่า b* ของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีโปรตีนปลาทั้ง 5 ยี่ห้อมีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) ตัวอย่างยี่ห้อ C และ D มีค่า b* สูงกว่ายี่ห้ออื่น ($p<0.05$) ซึ่งอาจเป็นผลมาน้ำตาลแลกโตส ค่า b* บ่งบอกถึงความเป็นสีเหลือง น้ำตาลแลกโตสเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ จัดเป็นสารตั้งต้นสำหรับการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Shafiur Rahman, 1999) ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างการเตรียม กระบวนการทำแห้ง และการเก็บรักษา

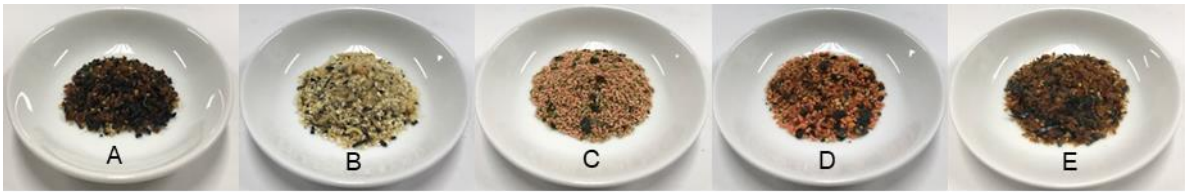


Figure 1 Appearances of commercial furikake containing fish meat

Table 4 pH, a_w, texture and color of commercial furikake containing fish meat

Parameters	Brands				
	A	B	C	D	E
pH	6.10±0.08^{d}	6.79±0.01^{ab}	6.74±0.01^{b}	6.82±0.02^{a}	6.33±0.01^{c}
a_w	0.39±0.00^{b}	0.40±0.01^{a}	0.29±0.01^{d}	0.33±0.00^{c}	0.29±0.01^{d}
Crispness(N)	270.32±36.82^{b}	274.92±80.95^{b}	450.00±10.81^{a}	358.03±72.24^{ab}	498.44±57.56^{a}
L*	27.50±0.03^{e}	60.31±0.08^{a}	54.77±0.14^{b}	47.72±0.11^{c}	30.47±0.35^{d}
a*	7.40±0.23^{d}	3.10±0.12^{e}	13.84±0.07^{b}	18.79±0.31^{a}	10.46±0.12^{c}
b*	18.68±0.33^{e}	21.65±0.45^{c}	25.47±0.27^{b}	30.62±0.43^{a}	19.76±0.30^{d}

Mean± SD from five determinations. Different superscripts in the same row indicate significant differences ($p<0.05$)

3. การประเมินทางประสาทสัมผัสฟูริคาเคะทางการค้าที่มีเนื้อปลา

คะแนนความชอบคุณลักษณะของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีโปรตีนจากเนื้อปลา 5 ยี่ห้อ ตัวอย่างยี่ห้อ A และ E ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (appearance) และ สี (color) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ยี่ห้อ A ได้รับคะแนนความชอบทั้งสองคุณลักษณะนี้ไม่แตกต่างจากยี่ห้อ B และ D ($p>0.05$) ส่วนยี่ห้อ C ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏน้อยที่สุด ($p<0.05$) ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์อาหารมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค รวมทั้งสีของผลิตภัณฑ์ ยี่ห้อ D และ E ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น (Odor) ไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) ส่วนยี่ห้อ B และ C ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นน้อยที่สุด ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากกลิ่นของส่วนประกอบ เช่น การเกิดกลิ่นหืนของไขมัน ซึ่งอาจเกิดจากการออกซิเดชันของไขมันในวัตถุดิบระหว่างการเตรียม การผลิตและการเก็บรักษา Shafiur Rahman (1999) กล่าวว่า อาหารอาจเกิดกลิ่นหืนได้หากมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.2 – 0.3 ยี่ห้อ E ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติ (Taste) กลิ่นรส (Flavor) ความกรอบ (Crispness) และความชอบรวมสูงกว่ายี่ห้ออื่น ($p<0.05$) ยี่ห้อ A ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติน้อยที่สุด ($p<0.05$) อาจเป็นผลมาจากรสเค็ม (ข้อคิดเห็นจากผู้ประเมิน) สอดคล้องกับปริมาณส่วนประกอบให้รสเค็มได้แก่ เกลือ ซอสถั่วเหลือง (Table 1) และปริมาณโซเดียม (Table 3) นอกจากนี้รสเค็มอาจมาจาก

Table 5 Likeness scores of commercial furikake containing fish meat

Attributes	A	B	C	D	E
Appearance	6.58±1.21^{ab}	6.14±1.59^{bc}	5.62±1.72^{c}	6.26±1.40^{b}	7.10±1.07^{a}
Color	6.54±1.16^{ab}	6.20±1.64^{bc}	5.82±1.77^{c}	6.18±1.42^{bc}	7.04±0.99^{a}
Odor	6.50±1.39^{b}	6.22±1.71^{bc}	5.80±1.85^{c}	6.02±1.80^{ab}	7.20±1.11^{a}
Taste	4.38±1.98^{c}	6.16±1.63^{b}	5.92±1.64^{b}	5.92±1.70^{b}	7.18±1.48^{a}
Flavor	5.36±1.94^{c}	5.88±1.71^{bc}	6.16±2.09^{b}	6.12±1.64^{b}	7.14±1.48^{a}
Crispness	6.56±1.39^{bc}	6.00±1.54^{c}	6.12±1.62^{bc}	6.60±1.21^{b}	7.32±1.06^{a}
Overall liking	5.42±1.99^{c}	6.22±1.59^{b}	6.16±1.78^{b}	6.18±1.29^{b}	7.42±1.41^{a}

Mean± SD from fifty determinations. Different superscripts in the same row indicate significant differences ($p<0.05$)

ส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น เนื้อปลา วากาเมะ เป็นต้น (Taboada, 2012) อย่างไรก็ตามผู้บริโภคคนไทยอาจไม่คุ้นเคยกับรสชาติและกลิ่นรสของสาหร่ายวากาเมะ เมื่อพิจารณาผลคะแนนความชอบฟูริคาเคะทางการค้าที่มีโปรตีนจากเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบมีความแตกต่างกันนั้น พบว่า มีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบ และมีผลกระทบกับองค์ประกอบทางเคมี คุณลักษณะด้านสี และเนื้อสัมผัส

สรุป

ความแตกต่างของชนิดและปริมาณส่วนประกอบมีผลกระทบต่อความแตกต่างด้านคุณค่าทางโภชนาการ คุณลักษณะ และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของฟูริคาเคะทางการค้าที่มีโปรตีนจากเนื้อปลา ปริมาณโปรตีนของฟูริคาเคะมีความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อปลา ฟูริคาเคะที่มีการเติมส่วนประกอบให้รสเค็มปริมาณมากส่งผลต่อปริมาณโซเดียมและความชอบด้านรสชาติและกลิ่นรส ดังนั้นข้อมูลเหล่านี้โดยเฉพาะปริมาณโซเดียมในฟูริคาเคะยี่ห้อ E (43.43 mg/g) ซึ่งได้รับคะแนนความชอบสูงสุดสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการปรับปรุงชนิดและปริมาณของส่วนประกอบของฟูริคาเคะ นอกจากนี้ควรคำนึงถึงปริมาณสารอาหารหลักและสารอาหารรอง ความเสี่ยงต่อการได้รับปริมาณโซเดียมเกินความต้องการของร่างกายต่อวัน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการผลิตและการเก็บรักษา

เอกสารอ้างอิง

ดวงรัตน์ พรเทวบัญชา. 2554. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากผักสลัด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1337. 2549. **ปลาป่นปรุงรส**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 5 หน้า.

ประภาสิริ แก้วศรีโท, ณัฐิรา อ่อนน้อม, อุทัยวรรณ สุทธิศันสนีย์, ธัญญ์นลิน วิญญูประสิทธิ์, รุ่งรัตน์ แจ่มจันทร์, นฤมล ศรีเด่น, อมรรัตน์ เอื้อสลุง, และ ยุราพร สหัสกุล. 2561. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักผงปรุงรสโรยข้าว (ฟุริ คาเคะ) เพื่อสุขภาพรสต้มยำ. **วารสารวิทยาศาตร์เกษตร**. 49 (2) (พิเศษ): 165-168.

รจนา นุชนุ่ม. 2551. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากปลาสลิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สำนักโรคไม่ติดต่อ. 2556. **รายงานผลการทบทวนรูปแบบการดำเนินงาน ป้องกันการเกิดโรคไม่ติดต่อในวิถีชีวิตด้วยการลดการบริโภคเกลือ**. สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2553. **โภชนศาสตร์เบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 314 หน้า.

อทิตา ชนะสิทธิ์. 2554. **การพัฒนาผงโรยข้าวรสบูดูจากปลานิลจิตรลดารมควันร้อน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysis Chemists.** AOAC International. Maryland, USA.

Beroza, M. and M.L. Kinman. 1995. Sesamin, sesamolin, and sesamol content of the oil of sesame seed as affected by strain, location grown, ageing, and frost damage. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 32(6): 348–350.

Chamber IV, E. and M.B. Wolf. 1996. **Sensory Testing Methods**. ASTM International, U.S.A.

James, C.S. 1999. **Analytical Chemistry of Foods** Springer, UK.

Kumagai, M. and Nihon, F. 2001. **Furikake-Nihon no shoku to shisou**. Tokyo: Gakkuyoushobou. 254.

Mazumber, P., B.S. Roopa, and S. Bhattacharya. 2007. Textural attributes of a model snack food at different moisture contents. **Journal of Food Engineering** 79:511-516.

Shafiur Rahman, M. 1999. pH in Food preservation, pp. 383 – 396. In M. Shafiur Rahman, ed. **Handbook of Food Preservation** Marcel Dekker, New York.

Strauss, S. 2005. The linguistic aestheticization of food: a cross-cultural look at food commercials in Japan, Korea, and the United States. **Journal of Pragmatics** 37: 1427 – 1455.

Taboada, M. C., R. Millan. and M. I. Miguez. 2012. Nutritional value of the marine algae wakame (Undaria pinnatifida) and nori (Porphyra purpurea) as food supplements. **Journal of Applied Phycology** 25:1271–1276.

United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2018. **USDA National Nutrition Database for Standard Reference, Release 26.** Available Source: http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl, August 27, 2018.

อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง

Snack from Sesbania Flower Coated with Ta-Dang Chilli Paste

เสมอขวัญ คัมภีระ[1] อำพร แจ่มผล[1*] และ ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์[1]

Samoekhan Kampeera[1] Amporn Jamphon[1*] and Parisut Chalermchaiwat[1]

บทคัดย่อ

จากการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง 3 สูตร ได้ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสูตรน้ำพริกตาแดงแตกต่างกัน รวมถึงวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางจุลินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคยอมรับอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงสูตร 1 มากที่สุด ($p<0.05$) โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมที่ 7.30 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ พบว่า ดอกโสนสดเมื่อนำมาเคลือบกับน้ำพริกตาแดงมีผลทำให้ค่า L* และ b* ลดลง แต่ค่า a* เพิ่มขึ้น และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับ 0.32 จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 13.28, 0.90, 3.01, 55.06 และพลังงาน 487.50 กิโลแคลอรี่ เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC), *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ Yeast & Mold มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มะเขือทรงเครื่องอบแห้ง ฉบับที่ 465/2547 ดังนั้นผลิตภัณฑ์นี้จึงเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

ABSTRACT

The acceptability, physical properties, chemical composition and microbial quality of the snack from Sesbania flower coated with 3 difference recipes of Ta-Dang chilli paste were studied. The result showed that the sample coated with Ta-Dang chilli paste recipes 1 was the most acceptable ($p<0.05$) with an overall liking score of 7.30, which was in moderately level. The result of physical properties was found that fresh Sesbania flowers, which coated with Ta-Dang chilli paste were reduced to L* and b* but a* increased and the water activity (a_w) value was 0.32. From the analysis of chemical composition of the product, it was found that Sesbania flowers coated with Ta-Dang chilli paste had the protein, fat, fiber, carbohydrate content of 13.28, 0.90, 3.01, 55.06 and energy 487.50 kilocalories. The analysis of microbial quality showed Total Plate Count (TPC), *Staphylococcus aureus, Escherichia coli*, and Yeast & Mold in this product were not exceeded the Thai community product standard of Dried spicy eggplant No.465/2547 which is considered at the safe level. Also, this product had more nutrition value and safe for consumers.

Key Words: Snack, Sesbania Flower, Ta-Dang Chilli Paste

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

[1]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

คำนำ

ปัจจุบันอาหารขบเคี้ยวมีแนวโน้มการบริโภคเพิ่มสูงขึ้น เพราะเป็นอาหารที่สะดวกต่อการบริโภค หาซื้อได้ง่าย และสามารถบริโภคระหว่างอาหารมื้อหลัก มีส่วนผสมหลัก คือ แป้ง เกลือ ไขมัน มีการแต่งสีและกลิ่นเพื่อให้น่าบริโภคมากยิ่งขึ้น ผลิตด้วยกระบวนการทอด อบ หรือนึ่ง รสชาติส่วนใหญ่ คือ หวาน มัน เค็ม นอกจากนี้ยังเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง (พนิดา, 2536; จุฬาลักษณ์, 2550; พเยาว์, 2551; วิชมณี และคณะ, 2557) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าอาหารขบเคี้ยวส่วนใหญ่มีส่วนประกอบของผักและผลไม้น้อย และจากโครงร่างแผนพัฒนาสุขภาพฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) พบว่า อัตราการบริโภคผักและผลไม้ของประชากรไทยที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป มีเพียงร้อยละ 25.9 เท่านั้นที่ได้รับผักและผลไม้เพียงพอต่อวันตามข้อแนะนำขององค์การอนามัยโลก ดังนั้นการบริโภคผักและผลไม้ในปริมาณที่น้อยจะส่งผลทำให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคมะเร็ง เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันผักพื้นบ้านเป็นผักที่ควรส่งเสริมให้มีการบริโภคเพิ่มมากขึ้น เพราะเป็นผักที่ขึ้นได้เองตามธรรมชาติ ทนต่อสภาพแวดล้อม มีคุณค่าทางโภชนาการ มีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ในเชิงสุขภาพ และราคาไม่แพง ดังนั้นผักพื้นบ้านจึงเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจที่จะนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าได้ และหนึ่งในผักพื้นบ้านที่พบเห็นได้ทั่วไป คือ โสน ซึ่งเป็นไม้ล้มลุกที่ขึ้นได้เองตามธรรมชาติบริเวณที่มีน้ำขัง มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยดอกโสน 100 กรัม ให้พลังงาน 38 กิโลแคลอรี่ มีคาร์โบไฮเดรต 5.9 กรัม โปรตีน 2.5 กรัม ไขมัน 0.5 กรัม ใยอาหาร 2.2 กรัม แคลเซียม 62 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 62 มิลลิกรัม เหล็ก 2.1 มิลลิกรัม วิตามินบีหนึ่ง 0.13 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.26 มิลลิกรัม และวิตามินซี 0.26 มิลลิกรัม (ข้อมูลของนักศึกษาหลักสูตรโภชนบำบัดและการบริหาร, 2560) นอกจากนี้ยังพบว่าดอกโสนมีสารเควอเซทิน ไกลโคไซด์ (Quercetin 3-2 (G) Rhamnosylrutinoside) ซึ่งเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ช่วยหยุดยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง (กรณ์กาญจน์, 2553) และส่วนของดอกสามารถนำมาปรุงอาหารได้ทั้งอาหารคาว และอาหารหวาน เช่น ผัดดอกโสน ยำดอกโสน แกงส้มดอกโสน ต้มรับประทานคู่กับน้ำพริก และขนมดอกโสน เป็นต้น การบริโภคผักคู่กับน้ำพริกเป็นพฤติกรรมการบริโภคของคนไทยที่มีมาตั้งแต่อดีต ซึ่งน้ำพริกจัดเป็นอาหารประเภทเครื่องจิ้มชนิดหนึ่งที่คนไทยนิยมบริโภค และสูตรน้ำพริกแต่ละชนิดยังมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเครื่องปรุงหลัก อีกทั้งยังมีการใช้เครื่องปรุงอื่นผสมเข้าไปเพื่อให้มีรสชาติ กลิ่น สีสันที่ต่างกันอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันสูตรน้ำพริกตาแดงแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมากในแต่ละท้องถิ่น เนื่องจากไม่มีตำรับมาตรฐานที่แน่นอน อาจมีการใช้เครื่องปรุงรสต่างๆ เติมเข้าไปเพื่อปรับรสชาติ สี และกลิ่นให้น่าบริโภค

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรน้ำพริกตาแดงที่เป็นที่ยอมรับของตัวแทนผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสน โดยการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส ค่าสี และปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ คัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางจุลินทรีย์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงสำหรับเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคให้มีอาหารขบเคี้ยวที่มีผักเป็นส่วนประกอบ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การผลิตอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง

1.1 การเตรียมดอกโสน

คัดเลือกดอกโสนสดที่มีลักษณะกลีบดอกตูม ไม่บาน อยู่ในระยะความแก่ที่ 4 (ธนากร และคณะ, 2558) มาเด็ดขั้วออกให้เหลือเฉพาะส่วนของดอก นำไปล้างน้ำแล้วซับให้แห้ง จากนั้นนำดอกโสนสดมาลวกในน้ำที่อุณหภูมิ

98 ± 2 ^{O}C เป็นเวลา 1 นาที (นันทวรรณ, 2556 และ นพา, 2558) และแช่ในน้ำเย็นอุณหภูมิ 18 ± 2 ^{O}C เพื่อลดอุณหภูมิของดอกโสนให้เหลือ 28 ± 2 ^{O}C และซับให้แห้ง

1.2 ศึกษาสูตรน้ำพริกตาแดงเพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง จำนวน 3 สูตร ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Ingredients of Ta-Dang chilli paste with three different recipe

Ingredients (gram)	Recipe		
	1	2	3
1. Dried goat pepper (paste)	14.00	11.70	7.30
2. Dried bird chilli (paste)	1.00	-	1.00
3. Garlic	20.00	-	22.00
4. Shallot	5.00	63.00	45.00
5. Shrimp paste (Ka-pi)	4.00	5.70	4.00
6. Sea salt	0.50	2.00	2.50
7. Palm sugar	20.00	7.40	7.00
8. Tamarind juice	13.00	9.00	11.00
9. Fish sauce	20.00	1.00	-

Note: Recipe 1 modified from Mae Boonma, Don Wai floating market, Nakhon Pathom.
Recipe 2 modified from Angwara (1997) and recipe 3 modified form Sri Sa-mhon (2015)

นำดอกโสนลวกที่เตรียมจากข้อ 1.1 มาคลุกผสมกับน้ำพริกตาแดงอัตราส่วนดอกโสนลวกต่อน้ำพริกตาแดงเท่ากับ 1:0.5 โดยน้ำหนัก และนำดอกโสนมาเรียงลงบนถาดตะแกรงเข้าอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 ^{O}C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และอบต่อที่อุณหภูมิ 70 ^{O}C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ผึ่งดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงที่อบแห้งแล้วให้เย็น บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ ปริมาณ 100 กรัมต่อถุง และปิดผนึก เพื่อรอวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1.2.1 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

- ค่าสี L* (ค่าความสว่าง) a* (ค่าความเป็นสีแดง) และ b* (ค่าความเป็นสีเหลือง) โดยใช้เครื่องวัดสี (ColorFlex, HunterLab, USA) จำนวน 5 ซ้ำ

- ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity, a_w) ด้วยเครื่อง a_w meter (RS-232, AQUA LAB, USA) จำนวน 3 ซ้ำ

1.2.2 ประเมินทางประสาทสัมผัส

โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) กำหนดให้ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9 = ชอบมากที่สุด (Chamber IV and Wolf, 1996) ซึ่งใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จำนวน 50 คน ประเมินในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสของน้ำพริกตาแดง รสชาติของน้ำพริกตาแดง ความเผ็ด ความกรอบ และความชอบโดยรวม เพื่อทำการคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดสำหรับใช้ในการศึกษาข้อต่อไป

2. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดอกโสนสดและอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง

นำดอกโสนสดจากข้อ 1.1 และผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 1.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน (Kjeldahl method) ไขมัน (Soxhlet method) เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต ตามวิธี AOAC (2000) และวิเคราะห์พลังงานจาก Bomb Colorimeter (6100 Compensated Jacket Calorimeter, Parr, Pakistan) จำนวน 3 ซ้ำ

3. วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง

นำผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 1.2 มาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มะเขือทรงเครื่องอบแห้ง ฉบับที่ 465/2547 ได้แก่ ปริมาณ Total Plate Count (TPC) ตามวิธี BAM (2001), *Staphylococcus aureus* ตามวิธี BAM (2001), *Escherichia coli* ตามวิธี BAM (2003), Yeast & Mold ตามวิธี BAM (2001)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One-way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง

ผลการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงจำนวน 3 สูตร ได้ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดังแสดงใน Table 2 ดังนี้ อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงสูตร 3 มีค่า L* และค่า b* สูงที่สุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับสูตร 1 และสูตร 2 เนื่องจากปริมาณของพริกแดงแห้งที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักของน้ำพริกตาแดงในแต่ละสูตรแตกต่างกัน โดยน้ำพริกตาแดงสูตร 3 มีปริมาณของพริกแดงแห้งน้อยที่สุดจึงส่งผลให้เมื่อนำน้ำพริกตาแดงมาเคลือบกับดอกโสนสดที่มีค่า L* และ b* เท่ากับ 51.12 และ 40.60 มีค่าสูงไปในทิศทางเดียวกัน เป็นผลมาจากในพริกมีสารสำคัญ คือ สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นสารจำพวกรงควัตถุที่ให้สีเหลือง ส้ม และแดง (นาริสา, 2555)

Table 2 Physical properties of fresh Sesbania flower and Sesbania flower coated with Ta-Dang chilli paste

Physical properties	Fresh Sesbania flower	Sesbania flower coated with Ta-Dang chilli paste		
		1	2	3
L*	51.12 ± 1.28 ^{a}	23.30 ± 1.30 ^{c}	21.27 ± 1.02 ^{c}	27.03 ± 2.19 ^{b}
a*	1.76 ± 1.33 ^{a}	11.39 ± 0.56 ^{bc}	10.52 ± 0.25 ^{c}	12.01 ± 0.95 ^{b}
b*	40.60 ± 1.66 ^{a}	15.28 ± 0.50 ^{c}	14.10 ± 2.06 ^{c}	19.53 ± 3.03 ^{b}
Water activity (a_W)	0.97 ± 0.00 ^{a}	0.32 ± 0.02 ^{b}	0.28 ± 0.02 ^{c}	0.30 ± 0.02 ^{bc}

$^{a-c}$ Means within a row with difference superscripts are significantly different ($p<0.05$)

ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง ทั้ง 3 สูตร มีค่าเท่ากับ 0.32 0.28 และ 0.30 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้ผ่านการอบแห้ง ซึ่งการอบแห้ง คือ การดึงเอาโมเลกุลของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นลดลง ซึ่งปริมาณความชื้นที่ลดลงยังส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น (นิธิยา, 2549) และค่าของปริมาณน้ำอิสระดังกล่าวยังอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มะเขือทรงเครื่องอบแห้ง ฉบับที่ 465/2547 ที่ต้องมีค่าไม่เกิน 0.6 ดังนั้นผลิตภัณฑ์นี้จึงมีความเสี่ยงต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์น้อย เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยหนึ่งในการควบคุมการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร และเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำที่ต่ำที่สุดที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้

เมื่อนำผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงมาทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ได้ผลดังแสดงใน Table 3 ดังนี้ ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงสูตร 1 มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.30 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลาง และมีคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านกลิ่นรสของน้ำพริกตาแดง รสชาติของน้ำพริกตาแดง และความเผ็ดเท่ากับ 6.98, 7.34 และ 7.16 ตามลำดับ ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยความชอบด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงสูตร 1 เป็นสูตรพื้นฐานสำหรับใช้ในการศึกษาต่อไป

Table 3 Likeness scores of Sesbania flower coated with Ta-Dang chilli paste

Sensory attributes	Recipe		
	1	2	3
Appearance[ns]	7.04 ± 0.83	7.06 ± 0.84	7.02 ± 0.80
Color	7.12 ± 0.96 [a]	7.10 ± 0.86 [a]	6.74 ± 0.90 [b]
Odor of Ta-Dang chilli paste	6.98 ± 0.87 [a]	6.26 ± 0.80 [b]	6.50 ± 0.71[b]
Taste of Ta-Dang chilli paste	7.34 ± 0.91 [a]	6.66 ± 0.92 [b]	6.26 ± 0.85 [c]
Spicy	7.16 ± 0.89 [a]	6.74 ± 0.80 [b]	6.14 ± 1.03 [c]
Crispy	7.12 ± 0.69 [a]	6.48 ± 0.95 [b]	6.68 ± 0.82 [b]
Overall liking	7.30 ± 0.76 [a]	6.58 ± 0.79 [b]	6.24 ± 0.77 [c]

[a-c] Means within a row with difference superscripts are significantly different ($p<0.05$)

[ns] Means within the same row are not significantly different ($p>0.05$)

2. ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดอกโสนสดและอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของดอกโสนสดและอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงสูตร 1 ที่ได้มาจากการศึกษาในข้อ 1 พบว่า ดอกโสนสดมีค่าปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ และ

คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 87.21, 1.00, 3.82, 0.13, 3.01 และ 4.85 โดยน้ำหนักตัวอย่างตามลำดับ ดังแสดงใน Table 4 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลของนักศึกษาหลักสูตรโภชนบำบัดและการบริหาร (2560) คือ ร้อยละ 87.70, 1.20, 2.50, 0.50, 2.20 และ 5.90 ตามลำดับ และเมื่อนำดอกโสนสดมาเคลือบกับน้ำพริกตาแดงสูตร 1 ตามวิธีการทดลองในข้อ 1.2 พบว่ามีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 10.72, 11.39, 13.28, 0.90, 8.64, 55.06 และพลังงาน 487.50 กิโลแคลอรี่ ดังแสดงใน Table 4 และเมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการกับอาหารขบเคี้ยวทางการค้า เช่น มันฝรั่งแผ่นอบกรอบ ถั่วลันเตาอบกรอบ และธัญหารอบกรอบ พบว่า มีปริมาณใยอาหารตามฉลากโภชนาการของผลิตภัณฑ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง <3 ถึง 7 กรัม ต่อ 100 กรัม ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงมีปริมาณของใยอาหารสูงกว่าอาหารขบเคี้ยวทางการค้า และเมื่อพิจารณาการบริโภคโดยทั่วไปในปริมาณที่เท่ากันของดอกโสนกับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงจะส่งผลให้ได้รับโปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต และพลังงานมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อมีการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงในปริมาณ 30 กรัม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 เรื่องฉลากโภชนาการที่กำหนดให้หนึ่งหน่วยบริโภคของอาหารขบเคี้ยวมีปริมาณ 30 กรัม จะให้พลังงานเท่ากับ 148.25 กิโลแคลอรี่ ซึ่งมีค่าพลังงานไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาณที่ต้องการต่อวัน คือ เฉลี่ยที่ปริมาณ 100 ถึง 150 กิโลแคลอรี่ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2550) นอกจากนั้นส่วนผสมของน้ำพริกตาแดงยังมีสารสำคัญต่างๆ ที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่น พริกมีสาร Capsaicin ที่เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะออกฤทธิ์กระตุ้นการหลั่งอินซูลินมีผลช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ (กมล และคณะ, 2550) หอมแดงมีสารกลุ่มฟลาโว-นอยด์ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการติดเชื้อ ช่วยบรรเทาอาการหวัด ลดระดับโคเลสเตอรอล และไขมันในเส้นเลือด (กิติพงศ์ และนฤมล, 2560) และกระเทียมมีสารอัลลิซินที่สามารถช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดอุดตัน โรคความดันโลหิตสูง บรรเทาอาการของโรคระบบทางเดินหายใจ (Zeng *et al*., 2012) และยังสามารถช่วยลดอัตราการเกิดมะเร็งกระเพาะอาหาร และมะเร็งหลอดอาหารอีกด้วย (Capasso, 2013)

Table 4 Chemical compositions of fresh Sesbania flower and Sesbania flower coated with Ta-Dang chilli paste

Chemical compositions	Fresh Sesbania flower	Sesbania flower coated with Ta-Dang chilli paste recipe 1
Moisture (%)	87.21 ± 0.11*	10.72 ± 0.06
Ash (%)	1.00 ± 0.03	11.39 ± 0.20*
Protein (%)	3.82 ± 0.05	13.28 ± 0.08*
Fat (%)	0.13 ± 0.01	0.90 ± 0.01*
Fiber (%)	3.01 ± 0.20	3.01 ± 0.20
Carbohydrate (%)	4.85 ± 0.32	55.06 ± 0.20*
Energy (kcal)	75.58 ± 2.37	487.50 ± 31.74*

* Means within a row with difference superscripts are significantly different ($p<0.05$)

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดง พบว่า ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count (TPC)), *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ Yeast & Mold มีค่าเท่ากับ <2.5 x 10^2 CFU/g, <3.0 MPN/g, <3.0 MPN/g และ 1 x 10 CFU/g ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 5 ซึ่งผลวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ดังกล่าวมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มะเขือทรงเครื่องอบแห้ง ฉบับที่ 465/2547 โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำการศึกษาแต่ละชนิดนั้นสามารถบ่งชี้ถึงสุขลักษณะในระหว่างการผลิต การเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัย ทั้งนี้เชื้อจุลินทรีย์ประเภท *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* สามารถพบได้จากมนุษย์หรือสัตว์ที่ผิวหนังมีบาดแผล เป็นฝี หนอง หรือพบได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ รวมถึงดินหรือฝุ่นละออง เป็นต้น ถ้าหากในระหว่างการผลิตไม่มีมาตรการควบคุมสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน และสถานที่ผลิตอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ในผลิตภัณฑ์ได้ (นฤมล และ วาสนา, 2558) สำหรับเชื้อจุลินทรีย์ประเภท Yeast & Mold อาจมีการปนเปื้อนมากับส่วนผสมที่นำมาผลิตน้ำพริกตาแดง เช่น พริกแห้ง หอมแดง กระเทียม ทั้งนี้มีรายงานว่าอาหารแห้งหากมีการเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้อง เช่น จัดเก็บในที่มีความชื้นสูงอาจเกิดการปนเปื้อนของ Yeast & Mold ได้ (สมคิด, 2548) และเมื่อพิจารณาร่วมกับค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ที่เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถใช้ในการเจริญเติบโตได้ดีจะอยู่ในช่วง 0.65-0.90 (นิธิยา, 2549) ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงมีค่าปริมาณน้ำอิสระอยู่ที่ 0.32 ดังแสดงใน Table 2

Table 5 Microbial qualities of Sesbania flower coated with Ta-Dang chilli paste

Microbial qualities	Thai community product standard No. 465/2547	Sesbania flower coated with Ta-Dang chilli paste recipe 1
Total Plate Count (CFU/g)	≤1 x 10^4	<2.5 x 10^2
Staphylococcus aureus (MPN/g)	<3.0	<3.0
Escherichia coli (MPN/g)	<3.0	<3.0
Yeast & Mold (CFU/g)	≤1 x 10	10

สรุป

ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนเคลือบน้ำพริกตาแดงสูตร 1 มากที่สุด โดยผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบของดอกโสน พริกชี้ฟ้าแดงแห้ง พริกขี้หนูแดงแห้ง กระเทียม หอมแดง กะปิ เกลือ น้ำตาลปี๊ป น้ำมะขามเปียก และน้ำปลา ร้อยละ 66.67, 4.79, 0.34, 6,84, 1.71, 1.37, 0.17, 6.84, 4.44 และ 6.84 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 23.30, 11.39, และ 15.28 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่า L* และ b* ลดลง แต่ค่า a* เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับดอกโสนสด และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับ 0.32 นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 10.72, 11.39, 13.28, 0.90, 8.64, 55.06 และพลังงาน 487.50 กิโลแคลอรี่ และมีคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC), *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ Yeast & Mold ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มะเขือทรงเครื่องอบแห้ง ฉบับที่ 465/2547 ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากดอกโสนที่มีการเคลือบด้วยน้ำพริกตาแดงจึง

เป็นทางเลือกหนึ่งของอาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการและปลอดภัยสำหรับการบริโภค อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาการผลิตโดยใช้น้ำพริกประเภทอื่นเพื่อเพิ่มความหลากหลาย และเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กมล ไชยสิทธิ์, สุพีชา วิทยเลิศปัญญา และ วีรพันธุ์ โชวิฑูรกิจ. 2550. **เภสัชจลนศาสตร์ของสาร Capsaicin ในพริกขี้หนูสดและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของพริกขี้หนูสดต่อน้ำตาลในเลือดในอาสาสมัครสุขภาพดี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.

กิติพงศ์ อัศตรกุล และ นฤมล หมิะสุทธิเดช. 2560. ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของสารสกัดจากหัวหอมและการประยุกต์ใช้ในน้ำผักและผลไม้ผสม. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**. 12 (1) : 71-83.

กรกาญจน์ ภมรประวัติธนะ. 2553. **ดอกโสนบ้านนา อาหารคู่ครัว สมุนไพรใกล้ตัว**. แหล่งที่มา: https://www.doctor.or.th/article/detail/10269, 17 มิถุนายน 2561.

คณะกรรมการอำนวยการจัดทำแผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 12 กระทรวงสาธารณสุข. 2559. **แผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)**. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

จุฬาลักษณ์ จารุนุช. 2550. ขนมขบเคี้ยวจากเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์. **อาหาร** 37 (3) : 211-214.

ธนากร สว่างชาติ, กิตติ โพธิปัทมะ, ปณธร จันทนพ, สมโภชน์ น้อยจินดา, อรรถพร ร้อยถิ่น และ อุทร ชิขุนทด. 2558. สารต้านอนุมูลอิสระในดอกโสนและแคที่ระยะความแก่แตกต่างกัน. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 46 (3/1 พิเศษ): 203-206.

นักศึกษาหลักสูตรโภชนบำบัดและการบริหาร รุ่นที่ 27 คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล. 2560. โสนน้อยเรือนงาม. **จุลสารข่าวศูนย์การศึกษาต่อเนื่องคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล** ม.ป.ป. (50) : 9

นันทวรรณ ฉวีวรรณ์. 2556. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมดอกโสน**. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

นพา ลีละศุภพงษ์. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ช็อคบอลดอกโสน. **วารสารวิจัยรามคำแหง (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)** 18 (1) : 25-36.

นฤมล ตปนียะกุล และ วาสนา คงสุข. 2558. **Staphylococcus aureus**. แหล่งที่มา: https://rldc.anamai.moph.go.th, 9 ตุลาคม 2561.

นาริสา บินหะยีดิง. 2555. **ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์และสีในพริกชี้ฟ้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

พนิดา เริงกมล. 2536. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องขนมขบเคี้ยวของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปและวิธีบรรยาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

พเยาว์ อิศรพันธุ์. 2551. **การบริโภคขนมกรุบกรอบของเด็กในศูนย์เด็กเล็ก กรณีศึกษา ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กองค์การบริหารส่วนตำบลเขาแร้ง อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี**. ศูนย์วิจัยที่ 4, ราชบุรี.

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, สุวรรณา วรสิงห์, อาภัสรา แสงนาค และนิสานารถ กระแสร์ชล. 2557. **โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากสาหร่ายผักกาดทะเลสำหรับเด็กวัยเรียน**. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ศรีสมร คงพันธุ์. 2558. **น้ำพริก 108**. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท สแกนแอนด์พรินท์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

สมคิด รื่นภาควุฒิ. 2548. **จุลินทรีย์ในอาหารและการรับรองคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. 2550. ขนมทางเลือกเพื่อสุขภาพ : เทคโนโลยีการผลิตและต้นแบบผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ห้างหุ้นส่วนจำกัด พิฆณี, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2541. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 เรื่อง ฉลากโภชนาการ**. 11 มิถุนายน 2541.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มะเขือทรงเครื่องอบแห้ง. มผช.465/2547.

อังค์วรา เรียบเรียง. 2540. **สูตรเด็ดน้ำพริก 100 ชนิด**. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท ศักดิ์ชัยการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 2000. **Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists**. AOAC International. Maryland, USA.

Capasso A. 2013. Antioxidant action and therapeutic efficacy of allium sativum L. **Molecules**. 18 (n.d.) : 690-700.

Chamber IV, E. and M.B. Wolf. 1996. **Sensory testing methods**. ASTM International, U.S.A.

Zeng T, Guo., F-F, Zhang., C-L, Song., F-Y, Zhao. and X-L, Xie. 2012. A meta-analysis of randomized, double-blind, placebo-controlled trials for the effects of garlic on serum lipid profiles. **Journal of Food Science and Agricultural**. 92 (9) : 1892-902.

ผลของกระบวนการดัดแปรสตาร์ชมันสำปะหลังด้วยวิธีการเกิดรีโทเกรเดชัน ต่อปริมาณของสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์

Effect of Retrogradation Modified Tapioca Starch Methods on the Content of Resistant Starch (Type 3)

กิตติยา ไชยฉิม[1] ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์[1] วศะพร จันทร์พุฒ[2] น้องนุช ศิริวงศ์[1*]

Kittiya Chaichim[1], Parisut Chalermchaiwat[1], Wasaporn Chanput[2] and Nongnuch Siriwong[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของกระบวนการดัดแปรสตาร์ชมันสำปะหลังด้วยวิธีการเกิดรีโทเกรเดชันต่อปริมาณของสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ โดยศึกษากระบวนการต้มสุกสตาร์ชมันสำปะหลัง 3 วิธี คือ Water bath, Autoclave และ Microwave และอุณหภูมิในการคืนตัวที่ 3 ระดับ คือ -20, 4 และ 25 องศาเซลเซียส โดยมีสตาร์ชมันสำปะหลังดิบเป็นตัวอย่างควบคุม พบว่าสตาร์ชดัดแปรที่ผ่านกระบวนการต้มสุกและคืนตัวในทุกสภาวะมีปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์สูงกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p_{\square}0.05$) โดยกระบวนการต้มสุกด้วย Microwave และ Autoclave มีปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์เพิ่มขึ้นมากกว่าวิธี Water bath ซึ่งกระบวนการต้มสุกด้วย Microwave และ Autoclave ทำให้สตาร์ชเจลอย่างสมบูรณ์ และอุณหภูมิในการคืนตัวก็มีผลต่อปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ พบว่า การคืนตัวที่ 4 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์สูงกว่าที่ -20 องศาเซลเซียส ทุกกระบวนการต้มสุกเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าสตาร์ชดัดแปรที่มีปริมาณ RS3 เพิ่มสูงขึ้นมีค่าการละลายสูงและค่ากำลังการพองตัวอยู่ระหว่าง 3.47 – 4.99 g/g ซึ่งต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม (11.81 g/g) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p_{\square}0.05$) สอดคล้องกับลักษณะโครงสร้างพื้นผิวสตาร์ชที่ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราดที่มีชั้นผลึกหนาแน่น คล้ายหินผิวเรียบมีรูปร่างหลายเหลี่ยม

ABSTRACT

The effect of retrogradation modified tapioca starch (MTS) methods on the content of resistant starch type 3 (RS3) was studied. The influences of tapioca starch gelatinization process at three gelatinized methods (Water bath, Autoclave and Microwave) and retrogradation temperatures (-20 °C, 4 °C and 25 °C) were tested. Native tapioca starch was used as a control sample. The results showed that the contents of MTS were higher than control ($p_{\square}$ 0.05). The gelatinization process by Microwave and Autoclave showed higher RS3 content when compared to the Water bath. In addition, the tapioca starch granules were fully gelatinized by Microwave and Autoclave processes. All retrogradation temperatures affected content of RS3. The content of RS3 retrograded at 4 °C and 25 °C for all gelatinization methods were higher than at -20 °C. In addition, the increased of RS3 content in modified tapioca starch was found that contained a high solubility and swelling power in between 3.47-4.99 g/g but less than a control within a significantly at 11.81 g/g. Consistently, the results of the microstructure image from Scanning Electron Microscope (SEM) showed a rigid dense crystalline form and look like smooth polygon.

Keywords: Tapioca starch, Resistant starch, Retrogradation, Physicochemical properties

* Corresponding author, e-mail: **Nongnuch.si@ku.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] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2] Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

ปัจจุบันกลุ่มผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารสุขภาพมากขึ้น จากอัตราการเติบโตของตลาดอาหารสุขภาพเฉลี่ยปีละ 9.1% (สถาบันอาหาร, 2560) อาหารทั่วไปมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในทางโภชนาการของมนุษย์ แป้งหรือสตาร์ชสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่สามารถถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์และกลุ่มที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็กของมนุษย์ หรือสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Resistant starch; RS) (Hojsak, 2015) ซึ่งจัดเป็นสตาร์ชที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและด้วยคุณสมบัติที่ไม่ถูกย่อยและไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก แต่สามารถผ่านเข้าไปถึงบริเวณลำไส้ใหญ่ เพื่อเป็นอาหารของจุลินทรีย์พรีไบโอติก (prebiotics) สำหรับกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในลำไส้ได้ (probiotics) (Englyst and Hudson, 1992) โดยกระบวนการหมักในลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดกรดไขมันสายสั้น ได้แก่ อะซิเตท บิวทิเรท และโพรพิโอเนต (Alexander, 1995) ที่ช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ ลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดคอเลสเตอรอล ยับยั้งการจับตัวของไขมัน และเพิ่มการดูดซึมของแร่ธาตุ (Chung *et al*., 2008) Resistant starch จึงทำหน้าที่เป็นใยอาหารชนิดหนึ่ง (Ranhotra *et al*., 1996) ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยสตาร์ชคืนตัว (Retrograded starch; Type 3) เป็น Resistant starch ประเภทหนึ่งซึ่งเกิดการนำสตาร์ชดิบมาผ่านกระบวนการให้ความร้อน (Gelatinization) ทำให้พันธะไฮโดรเจนในเม็ดสตาร์ชถูกทำลายสตาร์ชสุกเย็นตัวลง อะไมโลสที่ออกมาจากเม็ดสตาร์ชจะกลับมาจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนแบบเกลียวคู่ ซึ่งเป็นผลึกที่มีความแข็งแรง ส่งผลให้แป้งคืนตัวมีความทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (ธนาภร, 2560)

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย มีผลผลิตรวม 30.23 ล้านตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ถูกนำมามาใช้เป็นวัตถุดิบหลักและวัตถุดิบเสริมในอาหารหลายชนิด ซึ่งอุตสาหกรรมอาหารที่เป็นผู้ผลิตแป้งมันสำปะหลังดัดแปรในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นการผลิตที่ใช้สารเคมีในการดัดแปร เพื่อทำให้เกิดสมบัติบางประการที่เหมาะต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในอาหารที่หลากหลาย หากมีการนำแป้งมันสำปะหลัง (Tapioca Starch) มาดัดแปรด้วยวิธีรีโทรเกรเดชันที่ปราศจากการใช้สารเคมี เพื่อทำให้เกิด Resistant starch ที่มีคุณสมบัติทางเคมีกายภาพเทียบเท่ากับแป้งดัดแปรทางเคมี ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพต่างๆ ตามความต้องการของผู้บริโภค และช่วยเพิ่มมูลค่าแป้งมันสำปะหลังที่เป็นพืชเศรษฐกิจไทยอีกทางหนึ่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการในการต้มสุก(Gelatinization) และกระบวนการคืนตัว (Retrogradation) ที่มีผลต่อปริมาณของ Resistant starch ลักษณะทางโครงสร้าง และสมบัติทางเคมีกายภาพของสตาร์ชมันสำปะหลังที่ดัดแปรด้วยวิธีการเกิดรีโทรเกรเดชัน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. กระบวนการเตรียมสตาร์ชมันสำปะหลังดัดแปรด้วยวิธีการเกิดรีโทเกรเดชัน

ดัดแปลงวิธีการผลิตจากเนตรนภิส (2551) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1 เตรียมสารแขวนลอยสตาร์ชมันสำปะหลัง 10%w/v โดยชั่งสตาร์ช 20 กรัม เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้ว

1.2 นำตัวอย่างไปผ่านกระบวนการต้มสุก (Gelatinization process)

1.3 ทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 50 ^{O}C และเติมเอนไซม์พูลลูลาเนสที่ความเข้มข้น 45 unit/g starch

1.4 นำตัวอย่างไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 ^{O}C ใน Shaking water bath เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.5 หยุดการทำงานของเอนไซม์โดยให้ความร้อนกับตัวอย่างที่อุณหภูมิ 95 ^{O}C เป็นเวลา 30 นาที

1.6 นำตัวอย่างไปผ่านกระบวนการคืนตัว (Retrogradation process)

1.7 กรองสตาร์ชด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ ล้างแป้งด้วยสารละลายผสมระหว่างเอทานอลกับน้ำในอัตราส่วน 50:50 ในปริมาณ 25 เท่าของน้ำหนักสตาร์ช

1.8 อบแห้งตัวอย่างที่อุณหภูมิ 50 ^{O}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. ศึกษาผลของกระบวนการต้มสุก (Gelatinization process) สตาร์ชมันสำปะหลังที่เหมาะสม

ศึกษากระบวนการต้มสุก (Gelatinization process) หลังจากเตรียมสารแขวนลอยสตาร์ช 10% w/v โดยนำตัวอย่างมาผ่านกระบวนการต้มสุกด้วยการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน 3 กระบวนการ ดังนี้

2.1 Water bath: นำสารแขวนลอยสตาร์ช 10% w/v มาต้มใน Shaking water bath; MEMMERT ที่อุณหภูมิ 95 ^{O}C เป็นเวลา 30 นาที

2.2 Autoclave: นำสารแขวนลอยสตาร์ช 10% w/v มาผ่านการต้มสุกในเครื่อง Autoclave; HIRAYAMA HVE-50 ที่อุณหภูมิ 121 ^{O}C เป็นเวลา 15 นาที

2.3 Microwave: นำสารแขวนลอยสตาร์ช 10% w/v มาผ่านการต้มสุกในเครื่อง Microwave; Panasonic ที่ 640 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที

นำตัวอย่างแป้งที่ได้ในแต่ละทรีตเมนต์ไปตรวจวัดระดับการเกิดเจลาทิไนซ์ (Degree of gelatinization determination) อ้างอิงวิธีของดารารัตน์ และคณะ (2554) แล้วนำแป้งตัวอย่างไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3. ศึกษาผลของกระบวนการคืนตัว (Retrogradation process) ต่อปริมาณของแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์จากสตาร์ชมันสำปะหลัง

นำสตาร์ชที่ผ่านกระบวนการต้มสุกจากข้อ 2 มาย่อยด้วยเอนไซม์พูลลูลาเนสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตามขั้นตอนในข้อ 1 จากนั้นนำมาศึกษากระบวนการคืนตัวที่สภาวะแตกต่างกัน 3 สภาวะ ดังนี้

3.1 แช่เย็นที่ 4 ^{O}C: เก็บตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์พูลลูลาเนสที่อุณหภูมิตู้เย็น 4 ^{O}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2 แช่แข็งที่ -20 ^{O}C: เก็บตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์พูลลูลาเนสที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง -20 ^{O}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.3 อุณหภูมิห้อง: เก็บตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์พูลลูลาเนสที่อุณหภูมิห้อง 25 ^{O}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

วิเคราะห์หาปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ในแต่ละสภาวะ ตามวิธีของ McCleary and Monaghan (2002) โดยใช้ Resistant starch assay procedure K-RSTAR 02/17 (Megazyme international, Ireland) ตามวิธี AOAC (2000) วิธีที่ 2202.02 และ AACC (2002) วิธีที่ 32-40.01 แล้วนำสตาร์ชที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพต่อไป

4. ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของสตาร์ชมันสำปะหลังก่อนและหลังการดัดแปรด้วยวิธีรีโทเกรเดชัน

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของสตาร์ชมันสำปะหลังก่อนและหลังการดัดแปร ดังนี้

4.1 กำลังการพองตัว (Swelling power) และค่าการละลาย (Solubility) อ้างอิงวิธีของ Heny *et al*. (2015)

4.2 โครงสร้างพื้นผิวของสตาร์ชแกรนูลด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscopy; SEM; JEOL, JSM-6610LV, Japan) อ้างอิงวิธีของสุนันทา และคณะ (2556)

5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 Factorial experiment in CRD และวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS Statistical version 23.0 และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลระหว่างสิ่งทดลอง ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษากระบวนการต้มสุก (Gelatinization process) สตาร์ชมันสำปะหลังที่เหมาะสม

เมื่อนำสตาร์ชที่ได้จากกระบวนการผลิตมาวิเคราะห์ระดับการเกิดเจลาทิไนซ์ของสตาร์ชมันสำปะหลัง พบว่าสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการต้มสุกด้วย Autoclave และ Microwave มีระดับการเกิดเจลาทิไนซ์มากกว่า 100% สำหรับกระบวนการต้มสุกด้วย Water bath มีระดับการเกิดเจลาทิไนซ์ต่ำที่สุด คือ 75.88 % (ดังตารางที่ 1) ยืนยันผลการเกิดเจลาทิไนซ์เซชันอย่างสมบูรณ์ โดยอาศัยหลักการทำปฏิกิริยาระหว่างไอโอดีนกับโมเลกุลของอะไมโลสอิสระที่กระจายตัวออกมาจากส่วน crystallite ของเม็ดสตาร์ชที่ผ่านการให้ความร้อนจนสุกและพองตัวแตกออก ซึ่งสอดคล้องกับผลการส่องดูลักษณะการสูญเสียเครื่องหมายกากบาทสีดำ (Birefringence) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงโพลาไรซ์ (Polarized light microscope) ของเม็ดสตาร์ชที่ผ่านกระบวนการต้มสุก (gelatinization) ด้วยวิธี Autoclave และ Microwave (ดังภาพที่ 1) ซึ่งไม่พบลักษณะ Birefringence แสดงถึงลักษณะโมเลกุลของสตาร์ชที่จัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบแตกออก จนไม่สามารถ

มองเห็นลักษณะ Birefringence หลงเหลืออยู่ จากกระบวนการต้มสุกที่สมบูรณ์ โดยอุณหภูมิในการเกิด gelatinization ของสตาร์ชมันสำปะหลังอยู่ที่ 68.6 - 69.3 ^{O}C (Chantaro and Pongsawatmanit, 2010) แสดงให้เห็นว่าสภาวะอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการต้มสุกข้างต้น มีมากพอที่จะทำให้พันธะไฮโดรเจนภายในร่างแหระหว่างไมเซลล์ของเม็ดสตาร์ชมันสำปะหลังถูกทำลายและคลายตัวออก เม็ดสตาร์ชเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง พองตัวออกแบบผันกลับไม่ได้ และสูญเสียลักษณะ Birefringence ในที่สุด (ธนาภร, 2559) ซึ่งแตกต่างจากกระบวนการต้มสุกด้วย Water bath ที่ยังพบเม็ดสตาร์ชที่มีลักษณะ Birefringence หลงเหลืออยู่ (ดังภาพที่ 1) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในกระบวนการต้มสุกด้วย Water bath ที่ 95 ^{O}C เป็นเวลา 30 นาที อาจไม่เพียงพอต่อจากการเจลาทิไนซ์ของเม็ดสตาร์ชอย่างทั่วถึงในทุกแกรนูล โดยการนำความร้อนจากอุณหภูมิของ Water bath เข้าสู่จุดศูนย์กลางของขวดแก้วที่อาจมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่า 95 ^{O}C รวมถึงแรงกลจากการเขย่าที่อาจไม่เพียงพอ เพื่อให้สารแขวนลอยสตาร์ชได้รับความร้อนอย่างทั่วถึง โดยกระบวนการต้มสุก (gelatinization) ทำให้เกิดลักษณะแบบ amorphous โมเลกุลอะไมโลสเกิดการกระจายตัวออกมา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) เมื่อเจลสตาร์ชเย็นตัวลง (กล้าณรงค์, 2542)

Table 1 Effect of gelatinization process on degree of gelatinization of tapioca starch.

Gelatinization process	Degree of gelatinization (%)
Water bath	75.88^{c} ± 1.29
Autoclave	101.86^{b} ± 0.98
Microwave	103.34^{a} ± 0.00

$^{a-c}$ Means within a column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$)

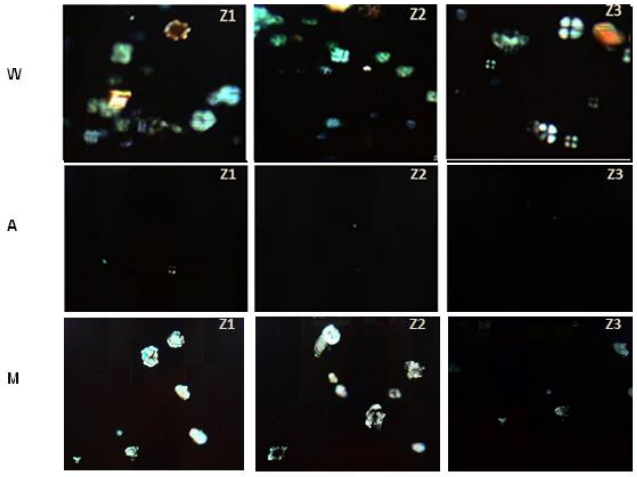


Figure 1 Birefringence photographs from polarized light microscope (40X) of tapioca starch gels after gelatinization process of Water bath(W), Autoclave(A) and Microwave(M)
(Show 3 Zone; Zone 1 = Z1, Zone 2 = Z2, Zone 3 = Z3)

2. ผลการศึกษากระบวนการคืนตัว (Retrogradation process) ต่อปริมาณของแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์จากสตาร์ชมันสำปะหลัง

เมื่อนำสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการต้มสุกที่แตกต่างกัน 3 กระบวนการจากข้อที่ 1 มาศึกษากระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ -20 ^{o}C, 4 ^{o}C และ 25 ^{o}C จากการวิเคราะห์ทางสถิติปัจจัยร่วมระหว่างกระบวนการต้มสุกกับกระบวนการคืนตัวของเจลสตาร์ชมันสำปะหลัง มีผลต่อปริมาณ RS3 ($p<0.05$)

เมื่อใช้กระบวนการต้มสุกด้วยวิธีที่แตกต่างกันคือ Water bath, Autoclave และ Microwave ร่วมกับกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ 25 ^{o}C และ 4 ^{o}C พบว่าสตาร์ชมีปริมาณ RS3 สูงกว่าสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ -20 ^{o}C โดยกระบวนการต้มสุกด้วยวิธี Microwave ร่วมกับกระบวนการคืนตัวที่

อุณหภูมิ 25 °C และอุณหภูมิ 4 °C มีปริมาณ RS3 สูงกว่ากระบวนการต้มสุกด้วยวิธี Autoclave และ Water bath ที่อุณหภูมิของการคืนตัวเดียวกัน ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2) อาจเนื่องจากกระบวนการต้มสุกด้วย Microwave เกิดกระบวนการเจลาทิไนเซชันอย่างสมบูรณ์ที่สุด เมื่อได้รับคลื่นไมโครเวฟซึ่งมีความถี่สูงเหนียวนำให้โมเลกุลของน้ำเปลี่ยนทิศสลับไปมาอย่างรวดเร็ว ตามทิศทางของสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดการเสียดสีกันระหว่างโมเลกุลของน้ำที่สั่นสะเทือนกับโมเลกุลสตาร์ชภายในสารแขวนลอย ทำให้เกิดความร้อนขึ้น (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2561) โมเลกุลสตาร์ชแตกออก เกิดกระบวนการเจลาทิไนเซชันอย่างสมบูรณ์ส่งผลให้เกิดการคืนตัวได้ดีที่อุณหภูมิเดียวกัน และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิทั้ง 3 สภาวะที่ใช้ศึกษากระบวนการคืนตัวต่อปริมาณ RS3 ที่เกิดขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเจลสตาร์ชที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C มีปริมาณ RS3 อยู่ระหว่าง 24.67 - 50.56 g/100 g dwb ซึ่งอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าเจลสตาร์ชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C 27.57- 53.08 g/100 g dwb และเจลสตาร์ชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 °C ที่มีปริมาณ RS3 ต่ำสุด คือ 11.21 - 35.16 g/100 g dwb อาจเนื่องมาจากการเก็บรักษาเจลสตาร์ชที่อุณหภูมิแช่แข็ง -20 °C ส่งผลให้น้ำในเจลเปลี่ยนสถานะกลายเป็นของแข็ง เมื่อเจลมีปริมาณน้ำอิสระลดลง ความหนืดสูงขึ้น เกิดผลึกน้ำแข็งขัดขวางการเคลื่อนที่เข้าจับกันของโมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพคตินเป็นผลทำให้การเกิดรีโทรเกรชันต่ำกว่าเจลสตาร์ชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ° C และ 25 ° C ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนันทา (2549) ที่ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำ และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้งมันสำปะหลัง พบว่าการเก็บเจลแป้งมันสำปะหลังที่อุณหภูมิ -20 ° C ให้ผลการเกิดรีโทรเกรเดชันที่ต่ำกว่าเจลแป้งมันสำปะหลังที่เก็บอุณหภูมิ 5 ° C และ 25 ° C แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อการคืนตัวของเจลสตาร์ชมันสำปะหลัง อีกทั้งอุณหภูมิ -20 ° C เป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่า T_g (glass transition temperature) ของเจลสตาร์ชมันสำปะหลัง ส่งผลให้โมเลกุลอะไมโลสอิสระไม่สามารถที่เคลื่อนเข้ามาจัดเรียงตัวใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนได้ (Biliaderis, 2009) จึงเกิดการคืนตัวต่ำหลังผ่านกระบวนการต้มสุก เกิดเป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติ มีผลึกที่ไม่แข็งแรงและถูกย่อยด้วยเอนไซม์ง่าย ส่งผลให้ปริมาณ RS3 จึงมีค่าต่ำด้วย

สำหรับเจลสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการต้มสุกด้วยวิธี Microwave เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ° C มีปริมาณ RS3 สูงที่สุดคือ 53.08 g/100 g dwb ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) กับสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการต้มสุกด้วยวิธี Microwave 50.56 g/100 g dwb และ Autoclave 45.35 g/100 g dwb เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ° C สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lertwanawatana *et al.* (2015) ที่ได้ทำการศึกษาผลของความดันสูงต่อปริมาณ RS3 ของสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์พูลูลาเนส พบว่าสตาร์ชมีปริมาณ RS3 เพิ่มสูงขึ้นจากสตาร์ชมันสำปะหลังดิบ เนื่องจากกระบวนการให้ความร้อนที่ความดันสูง ระยะเวลาสั้น ส่งผลทำให้อัตราการกลับมาจัดเรียงตัวใหม่ของผลึก (recrystallization) สูงขึ้น และงานวิจัยของ Mutungi *et al.* (2009) ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย่อย (Debranching) สตาร์ชมันสำปะหลังต่อปริมาณ RS3 พบว่าการกระบวนการต้มสุกสารแขวนลอยสตาร์ชด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที โดยย่อยด้วยเอนไซม์ Pullulanase ที่ความเข้มข้น 35 Unit/g และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าสตาร์ชมันสำปะหลังหลัง Debranching มีปริมาณ Resistant starch Type 3 เพิ่มขึ้น (54.94 g/100g) เนื่องจากสตาร์ชมันสำปะหลังเมื่อผ่านกระบวนการเจลาทิไนซ์เซชันถูกย่อยด้วยเอนไซม์ Pullulanase ที่พันธะ **α**-1,6- glycosidic linkage เกิดพอลิเมอร์สายตรง (linear starch polymers) เป็นโมเลกุลอิสระเคลื่อนที่เข้ามาจับตัวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้เกิดสภาพการจัดเรียงตัวของโมเลกุลขึ้นใหม่เป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติ เป็นผลึกที่แข็งแรง (crystallite) และถูกย่อยด้วยเอนไซม์น้อยลง แสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิ 25 °C เกิดการคืนตัวได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 4 °C ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยร่วมที่นอกเหนือจากอุณหภูมิ คือ ปริมาณน้ำในเจลระหว่างการเก็บรักษา จากการสังเกตพบว่าลักษณะของเจลสตาร์ชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C ให้ลักษณะเจลที่มีความแน่นมากกว่าเจลสตาร์ชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C ซึ่งมีลักษณะเป็น slurry ที่มีความข้นหนืดและจากงานวิจัยของสุนันทา (2549) ที่ทำการวัดเนื้อสัมผัสของเจลแป้งมันสำปะหลังที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ซึ่งตรวจวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการวัดแรงกด (compression force) พบว่า การเก็บเจลสตาร์ชมันสำปะหลังที่อุณหภูมิ 5 °C มีค่าความแน่นของเจลมากกว่าที่อุณหภูมิ -20 °C, 25 °C และ 45 °C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงว่าค่าความแน่นของเจลมีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลสตาร์ชมันสำปะหลัง เนื่องจากปริมาณน้ำที่มากจะไปขัดขวางการเชื่อมต่อกันระหว่างโมเลกุลอะไมโลสสาย

สั้น (Short chain) ด้วยพันธะไฮโดรเจน (Zhang and Rempel, 2012) ส่งผลทำให้การเกิดรีโทรเกรเดชันลดลง ปริมาณ RS3 จึงมีแนวโน้มต่ำกว่าเจลสตาร์ชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C

Table 2 Effect of retrogradation process on content of resistant starch (Type 3).

Gelatinization process	Retrogradation Temperature (°C)		
	-20 °C	4 °C	25 °C
Water bath	$20.29^{c} \pm 1.42$	$24.67^{c} \pm 2.98$	$27.57^{bc} \pm 2.38$
Autoclave	$35.16^{b} \pm 7.99$	$45.35^{a} \pm 3.27$	$44.10^{b} \pm 2.24$
Microwave	$11.21^{e} \pm 1.76$	$50.56^{a} \pm 2.85$	$53.08^{a} \pm 1.05$

$^{a-e}$ Means within a row and column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$)

3. ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพและลักษณะทางโครงสร้างของสตาร์ชมันสำปะหลังก่อนและหลังการดัดแปรด้วยวิธีรีโทเกรเดชัน

เมื่อนำสตาร์ชมันสำปะหลังก่อนและหลังการดัดแปรด้วยวิธีรีโทเกรเดชัน มาวิเคราะห์กำลังการพองตัว (Swelling power) และการละลาย (Solubility) พบว่าสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ 4 °C และอุณหภูมิ 25 °C มีค่ากำลังการพองตัวอยู่ระหว่าง 4.03 - 4.10 g/g และ 3.47 – 4.27 g/g ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าสตาร์ชมันสำปะหลังดิบที่มีค่ากำลังการพองตัวอยู่ที่ 11.81 g/g อาจเนื่องมาจากสตาร์ชมันสำปะหลังดิบไม่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ เม็ดสตาร์ชมีโครงสร้างอะไมโลเพกตินที่สมบูรณ์ จึงสามารถพองตัวได้ดีกว่าสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการย่อยสายอะไมโลเพคตินด้วยเอนไซม์หลังการเจลาทิไนซ์เซชัน สอดคล้องกับภาวิณี (2017) ที่ทำการศึกษาคุณสมบัติของสตาร์ชมันสำปะหลังดัดแปรด้วยเอนไซม์อะไมเลส พบว่าสตาร์ชมันสำปะหลังที่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงมีค่ากำลังการพองตัวน้อยกว่าสตาร์ชมันสำปะหลังดิบ ที่อุณหภูมิทดสอบกำลังการพองตัว 65 °C เนื่องจากการใช้เอนไซม์ย่อย ทำให้สตาร์ชมีโครงสร้างอะไมโลเพกตินที่สั้นลง การดูดซับน้ำของแป้งจึงลดลง (Zherebtsov *et al*., 1995) ทำให้ค่ากำลังการพองตัวมีค่าน้อย ประกอบกับผลของกระบวนการคืนตัวทำให้สตาร์ชที่ผ่านการดัดแปรมีโครงสร้างผลึกที่แข็งแรงจากการจัดเรียงตัวใหม่ของสายอะไมโลส ลักษณะผลึกที่แข็งแรงส่งผลให้โมเลกุลของน้ำแทรกตัวเข้าไปในอนุภาคได้ยาก เมื่อสายอะไมโลเพคตินถูกตัดย่อยเป็นอะไมโลสสายสั้น โมเลกุลของน้ำจึงเข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลสตาร์ชได้ยาก ทำให้กำลังการพองตัวต่ำลง (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะโครงสร้างพื้นผิวของสตาร์ชมันสำปะหลังที่ได้จากการดัดแปรด้วยวิธีรีโทเกรเดชัน ศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (SEM) แสดงดังรูปที่ 2 พบว่าลักษณะโครงสร้างพื้นผิวของสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการเจลาทิไนซ์เซชันที่แตกต่างกัน ที่สภาวะอุณหภูมิในการเกิดรีโทรเกรเดชันเดียวกัน มีรูปร่างลักษณะโครงสร้างพื้นผิวที่ไม่แตกต่างกัน โดยสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ 4 °C และอุณหภูมิ 25 °C มีลักษณะโครงสร้างคล้ายหิน เป็นชั้นผลึกหนาแน่น ผิวเรียบมีรูปร่างหลายเหลี่ยม และพบโครงสร้างพื้นผิวบางจุดมีลักษณะขรุขระ มีรูพรุนเล็กน้อยสำหรับสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ 25 °C สำหรับค่าการละลายพบว่าสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ 25 °C มีค่าความสามารถในการละลายอยู่ระหว่าง 11.30 – 14.23 % ซึ่งสูงกว่าสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ 4 °C ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 8.74 – 13.97 % โดยภาพจากกล้อง SEM ของสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ 25 °C พบลักษณะโครงสร้างพื้นผิวบางบริเวณขรุขระ มีรูพรุนเล็กน้อย เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอาจทำให้เกิดการละลายของสตาร์ชบางส่วนที่เกาะตัวบนพื้นผิวหลวมๆ หลุดละลายออกมาในน้ำขณะให้ความร้อน ต่างจากสตาร์ชมันสำปะหลังดิบมีค่าการละลายเท่ากับ 7.63%

สำหรับสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ -20 °C พบว่ากำลังการพองตัว (Swelling power) และการละลาย (Solubility) ของสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ -20 °C มีค่าอยู่ระหว่าง 4.50 – 4.99 g/g และ 19.33 – 23.22 % ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าสตาร์ชมันสำปะหลังดิบและสตาร์ชมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ 4 °C และ 25 °C สอดคล้องกับลักษณะโครงสร้าง

พื้นผิวที่เป็นรูพรุน คล้ายฟองน้ำ ซึ่งเกิดจากการหลอมละลายของผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 °C (ดังรูปที่ 2) แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างพื้นผิวที่มีรูพรุนคล้ายฟองน้ำสามารถอุ้มน้ำไว้ได้บางส่วนและไม่แข็งแรงมากพอ จึงทำให้สตาร์ชหลุดออกมาได้ง่ายในระหว่างการให้ความร้อนในการพองตัว ส่งผลให้มีค่าการละลายสูง

Table 3 Effect of processing retrogradation modified tapioca starch on swelling power and solubility.

Gelatinization process	Retrogradation Temp. (° C)	Swelling power (g/g)	Solubility (%)
Waterbath	-20 °C	4.99^{b} ± 0.07	19.33^{b} ± 0.60
	4 °C	4.10^{c} ± 0.11	12.76^{d} ± 0.13
	25 °C	4.14^{c} ± 0.15	11.30^{e} ± 0.40
Autoclave	-20 °C	4.50^{bc} ± 0.66	23.01^{a} ± 0.65
	4 °C	4.05^{c} ± 0.49	8.74^{f} ± 0.12
	25 °C	4.27^{bc} ± 0.30	14.08^{c} ± 0.09
Microwave	-20 °C	4.55^{bc} ± 0.38	23.22^{a} ± 0.39
	4 °C	4.03^{c} ± 0.10	13.97^{c} ± 0.16
	25 °C	3.47^{e} ± 0.74	14.23^{c} ± 1.30

$^{a-e}$ Means within a column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$)

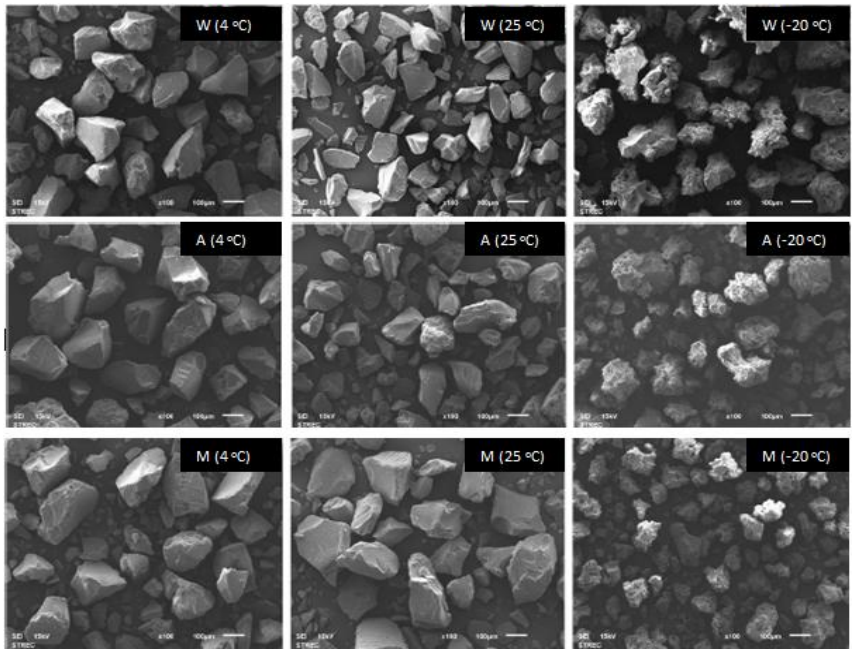


Figure 2 SEMs (200X, Bar=100 μm) of the hot air dried RS3 tapioca starch samples after gelatinization process of Water bath(W), Autoclave(A) and Microwave(M) with retrogradation at 4 °C, 25 °C and -20 °C. (From left to right, respectively)

สรุป

กระบวนการในการต้มสุก (Gelatinization) และกระบวนการคืนตัว (Retrogradation) ที่เหมาะสมในการดัดแปรสตาร์ชมันสำปะหลังด้วยวิธีการเกิดรีโทรเกรเดชันให้มีปริมาณของ Resistant starch (Type 3) สูงที่สุด คือ วิธีการต้มสุกด้วย Microwave และผ่านกระบวนการคืนตัวที่อุณหภูมิ 25 °C งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ากระบวนการต้มสุกที่สมบูรณ์และกระบวนการคืนตัวในอุณหภูมิที่เหมาะสม สามารถดัดแปรสตาร์ชมันสำปะหลังให้มีปริมาณ Resistant starch เพิ่มสูงขึ้น เป็นแป้งเพื่อสุขภาพที่ผ่านกระบวนการดัดแปรทางชีวภาพร่วมกับกายภาพปราศจากการใช้สารเคมีด้วยไมโครเวฟที่ใช้ระยะเวลาสั้น เอื้อต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปที่หลากหลาย ก่อให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และควรทำการศึกษาต่อยอด โดยการจำลองพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือที่สามารถขยายสเกล เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต (yield) ของสตาร์ชที่ได้จากการดัดแปร ให้เทียบเคียงกับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เพื่อเป็นประโยชน์เชิงพาณิชย์ในอนาคตได้

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดารารัตน์ นาคละออ, อาภัสรา แสงนาค และ กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. 2554. การปรับปรุงคุณภาพของแป้งเมล็ดขนุนโดยวิธีการพรีเจลาทิไนซ์. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 16(1): 12-21.

ธนาภร รติธรรมธร. 2559. ผลของการให้ความร้อนและการทำให้เย็นที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการย่อยของแป้ง. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 21(2): 246-259.

_____. 2560. แป้งต้านทานการย่อย. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 22(1): 166-174.

เนตรนภิส วัฒนสุชาติ, พัชรี ตั้งตระกูล, กรุณา วงษ์กระจ่าง และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2551. **รายงานวิจัยสตาร์ชพลังงานต่ำจากแป้งมันสำปะหลังที่ผลิตโดยวิธีการใช้เอนไซม์ร่วมกับการอบแห้งแบบพ่นฝอย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. 66 หน้า.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2560. **Microwave / ไมโครเวฟ**. แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0401/microwave, 14 ธันวาคม 2561.

ภาวิณี ศิลาเกษ. 2560. คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยเอนไซม์อะมิเลสและ ออกเทนนิลซัคซินิคแอนไฮไดรด์. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. 22(1): 108-124.

สถาบันอาหาร. 2560. **อาหารเพื่อสุขภาพโอกาสและการเติบโตที่น่าจับตามอง**. แหล่งที่มา: http://fic.nfi.or.th/foodsectordatabankNews-detail.php?smid=1559, 30 ตุลาคม 2560.

สุนันทา ทองทา และ กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2549. **รายงานการวิจัยผลของอุณหภูมิปริมาณน้ำและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้งมันสำปะหลัง สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยปีงบประมาณ 2548-2549**. 61 หน้า.

_____ และ ธนาวิทย์ กุลรัตนรักษ์. 2556. **รายงานการวิจัยการผลิตสตาร์ชซิเตรททนย่อยต่อเอนไซม์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2555-2556**. 89 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. **มันสำปะหลัง**. แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=17197&filename=index, 21 สิงหาคม 2560.

Alexander, R. J. 1995. Resistant starch – new ingredient for the food industry. **Cereal Foods World** 40: 455-458.

Biliaderis, C. G. 2009. Chapter 8 – Structural transitions and related physical properties of starch. *In* **J. N. BeMiller & R. L. Whistler (Eds.), Starch: Chemistry and technology (3rd ed., pp. 293–372)**. San Diego: Academic Press.

Chantaro P. and R. Pongsawatmanit. 2010. Effect of heating time on the quality of tapioca starch and xanthan gum mixture. **Kasetsart Journal** 44(6): 1183-1190.

Englyst, H.N. and G.J. Hudson. 1992. The classification and measurement of dietary carbohydrates. **Food Chemistry** 57: 15-21.

Heny, K., N.A. Handayani and H. Santosa. 2015. Swelling power and water solubility of cassava and sweet potatoes flour. **Procedia Environmental Science** 23: 164-167.

Hojsak, I. 2015. Digestible and Non digestible carbohydrates, pp. 46-50. *In* B. Koletzko., J. Bhatia., Z.A. Bhutta., P. Cooper., R. Uauy and W. Wang., eds. **Pediatric Nutrition in Practice**. Karger Press, Basel.

Lertwanawatana, P., A.F. Richard and N. Keshavan. 2015. High pressure intensification of cassava resistant starch (RS3) yields. **Food Chemistry** 181: 85-93.

McCleary, B. V. and D. A. Monaghan. 2002. Measurement of resistant starch. **Journal of AOAC International** 85(3): 665–675.

Mutungi C., C. Onyango., D. Jaros., T. Henle and H. Rohm. 2009. Determination of optimum conditions for enzymatic debranching of cassava starch and synthesis of resistant starch type 3 using central composite rotatable design. **Starch/Starke** 61: 367-376.

Ranhotra, G.S., J.A. Gelroth and B.K. Glaser. 1996. Effect of resistant on blood and liver. Lipids in hamster. **Cereal Chemistry** 73: 176-178.

Zherebtsov, N.A., I.D. Ruadze and A.N. Yakovlev. 1995. Mechanism of acid-catalyzed and emzymatic hydrolysis of starch. **Applied Biochemical and Microbiology** 31: 511-514.a

การผลิตผักปลอดภัยส่งโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติของกลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนา ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน

Safety Vegetable Production Suppling to Chalermprakiet Hospital of Safety Vegetable Cultivation Group Bannamripattana, Khunnan Sub-District , Chalermprakiet District , Nan Province

พันธ์วิรา น้อยสุวรรณ์[1*] และ พีรชัย กุลชัย[1]

Punwira noisuwan[1*] and Peerachai Kullachai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความต้องการผักปลอดภัยของโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน 2) ประเมินศักยภาพ และการพัฒนาการผลิตผักปลอดภัยตามระบบการพัฒนาคุณภาพ PDCA โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณและวิจัยเชิงคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่า 1) โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติมีความต้องการผักทั้งหมด 42 ชนิด ผลผลิตรวม 212 กิโลกรัม/เดือน 2) สมาชิกกลุ่มปลูกผักปลอดภัยมีทั้งหมด 12 ราย จากการประเมินศักยภาพพบว่า สมาชิกกลุ่มมีทรัพยากรการผลิตด้านที่ดินและทรัพยากร ด้านทุน ด้านแรงงาน อยู่ในระดับมาก และด้านผู้ประกอบการ อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากสมาชิกกลุ่มไม่มีองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตผักปลอดภัย จึงทำแปลงทดลองพัฒนาศักยภาพ พบว่าสมาชิกกลุ่มมีความเข้าใจมากขึ้น แต่ยังไม่มีการวางแผนการผลิต แนวทางพัฒนาควรมีการศึกษาดูงานกลุ่มเครือข่ายและภาครัฐควรสนับสนุนฝึกอบรมให้ความรู้เพิ่มเติม

ABSTRACT

The main purpose of this research aimed to study need of safe vegetables of Chalermprakiet Hospital and to evaluate potential and development, according to PDCA quality improvement by using methods quantitative and qualitative research. Finding revealed that Chalermprakiet Hospital need to vegetables 42 varieties of yielding the total amounts which of 212 kg/month. Safety vegetable cultivation group consisted of 12 members from evaluate potential of safety vegetable cultivation group finding revealed found to have production resources on land and natural resources capital and labor a very level and entrepreneur is moderate. But since group members had no knowledge about safety vegetable production experience potential at group members it was found that group members much more understanding. But no production planning were not form development should have a study visits to networking group and government a sector should support the more training.

Key Words : Vegetable production supply, supply

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

[1]ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Agricultural Development and Resource Management , Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute Technology Ladkabang , Bangkok 10520

คำนำ

บ้านน้ำรีพัฒนา ตั้งอยู่หมู่ที่ 12 ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน มีประชากร 281 ครัวเรือน เป็นเพศชาย 470 คน และหญิง 464 คน รวมทั้งหมด 934 คน อยู่ห่างจากอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ประมาณ 45 กิโลเมตร ประชากรบ้านน้ำรีพัฒนา เป็นชาวเขาเผ่าถิ่น ใช้ภาษาลั๊วะเป็นภาษาพูด มีพรมแดนติดกับเมืองหงสา แขวงไชยะบุลี สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (องค์การบริหารส่วนตำบลขุนน่าน , 2561) ชาวบ้านมีอาชีพหลักคือ ทำการเกษตร ปลูกข้าวไร่ ข้าวเหนียวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปลูกหม่อน มะม่วงหิมพานต์ มันสำปะหลัง และกาแฟ (สำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ , 2561) บางส่วนทำงานที่สถานีพัฒนาเกษตรที่สูงภูพยัคฆ์ ซึ่งปัจจุบันการพัฒนาด้านอาชีพหลักของเกษตรกรบ้านน้ำรีพัฒนา มีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกข้าวนาปี และข้าวไร่ตามหลักวิชาการ โดยการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิต การแปรรูปผลผลิตหม่อนผลสดเป็นน้ำหม่อน และแยมหม่อนเพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรมากขึ้น แต่เนื่องจากการปลูกข้าวไร่ เกษตรกรจะปลูกไว้รับประทานภายในครัวเรือนไม่ได้จำหน่าย การปลูกหม่อนยังมีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณการรับซื้อ (จุฑา , 2561) หากเกิดปัญหาภัยธรรมชาติหรือโรคแมลงศัตรูพืชระบาด ผลผลิตเกิดความเสียหายทำให้ผลผลิตน้อยลง เกษตรกรมีรายได้ไม่ต่อเนื่อง ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรลดลง

ต่อมาได้มีการส่งเสริมอาชีพเสริมให้เกษตรกรรวมกลุ่มผลิตผักปลอดภัยไว้บริโภค ลดภาระค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือน จากทางโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติได้รับนโยบายจากกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งมีนโยบายความปลอดภัยด้านอาหาร เน้นการบริหารจัดการความปลอดภัยด้านอาหาร เพื่อให้อาหารมีความปลอดภัยครบทุกวงจร ซึ่งเป้าหมายสำคัญ คือ การสนับสนุนให้โรงพยาบาลทุกแห่งเป็น “โรงพยาบาลอาหารปลอดภัย” ตระหนักถึงพิษภัยของอาหารที่ปนเปื้อนสารพิษ การควบคุมตรวจสอบความปลอดภัยด้านอาหาร การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคของประชาชน การตรวจสอบความสะอาด มาตรฐานของผู้จำหน่าย และแหล่งจำหน่ายวัตถุดิบในการประกอบอาหาร (พุจิศักดิ์ , 2561) โดยการรับซื้อผลผลิตจากเกษตรกร เพื่อสร้างอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร ซึ่งมีเกษตรกรที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการทั้งหมด จำนวน 12 ราย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำวิจัยเรื่องการผลิตผักปลอดภัยส่งโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติของกลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนา ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรมีอาชีพเสริม เกิดรายได้ทั้งรายวัน รายเดือน และสร้างกระบวนการเรียนรู้ในการผลิตผักปลอดภัยโดยการมีส่วนร่วมของเกษตรกร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความต้องการผักปลอดภัยของโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน
2. เพื่อประเมินศักยภาพและพัฒนาการผลิตผักปลอดภัยของกลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนา ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ตามระบบการพัฒนาคุณภาพ PDCA

วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่องการผลิตผักปลอดภัยส่งโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติของกลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนา ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน เป็นงานวิจัยแบบผสม (Mixed Method) ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) ร่วมกับระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)

ประชากรในการศึกษา คือ เกษตรกรที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการทั้งหมด จำนวน 12 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ (เชิงปริมาณ) ระบบพัฒนาคุณภาพ PDCA (เชิงคุณภาพ) การประชุมกลุ่มย่อย (เชิงคุณภาพ) และถอดบทเรียน โดยการประเมินผลการเรียนรู้หลังการทำงาน (After Action Review : AAR)

ขั้นตอนในการศึกษา

ขั้นที่ 1 เดือนมิถุนายน 2561 ศึกษาความต้องการผักปลอดภัยของโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ช่องทางการตลาด ข้อมูลพื้นฐานของสมาชิกกลุ่ม ข้อมูลฟาร์ม และศักยภาพด้านทรัพยากรการผลิต โดยใช้แบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ฝ่ายโภชนาการโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ สมาชิกกลุ่มปลูกผัก เจ้าหน้าที่ฝ่ายโภชนาการโรงเรียนบ้านน้ำช้างพัฒนา โรงเรียนบ้านน้ำรีพัฒนา โรงเรียนบ้านกิ่วจันทร์ และโรงเรียนหม่อมเจ้าเจริญใจกิตติพงศ์

ขั้นที่ 2 เดือนกรกฎาคม 2561 จัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ประเมินศักยภาพด้านทรัพยากรการผลิต เพื่อวางแผนการผลิตผักปลอดภัย

ขั้นที่ 3 เดือนสิงหาคม - เดือนตุลาคม 2561 สร้างกระบวนการเรียนรู้ในการพัฒนาศักยภาพ โดยการจัดกิจกรรมทำแปลงทดลอง และติดตามผลการดำเนินกิจกรรมตามระบบการพัฒนาคุณภาพ PDCA

ขั้นที่ 4 วันที่ 23 ตุลาคม 2561 จัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) สรุปผลการดำเนินโครงการ ถอดบทเรียนการประเมินผลการเรียนรู้หลังการทำงาน (After Action Review : AAR) และแนวทางในการพัฒนาศักยภาพ ของกลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย หาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการจำแนกและจัดระบบข้อมูล (Typology and Taxonomy) วิเคราะห์สาเหตุและผล (Cause and Effect Analysis) ใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulation)

ผู้วิจัยทำการศึกษากับกลุ่มเกษตรกรระหว่างเดือนมิถุนายน 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2561

ผลและอภิปรายผล

ความต้องการผักปลอดภัยของโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน และช่องทางการตลาด

ผลการสำรวจข้อมูลราคาและปริมาณความต้องการผักของโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติพบว่า มีความต้องการชนิดผัก 42 ชนิด ปริมาณรับซื้อผลผลิตรวม 212 กิโลกรัม ราคารับซื้อตามราคากลางของตลาดชายแดนห้วยโก๋น สมาชิกกลุ่มจะมีรายได้ต่อเดือนประมาณ 5,676 บาท เฉลี่ยคนละ 473 บาทต่อเดือน ซึ่งสมาชิกกลุ่มไม่สามารถผลิตผักได้ครบทุกชนิด รายได้ต่อเดือนค่อนข้างน้อย หากผลผลิตมีจำนวนมากอาจเกิดภาวะผลผลิตล้นตลาด มีระยะทางการขนส่งประมาณ 45 กิโลเมตร ซึ่งเส้นทางถนนสัญจรไม่สะดวกยากต่อการขนส่ง ทำให้มีการสำรวจช่องทางตลาดเพิ่มเติม คือ ผลิตส่งโรงเรียนบ้านน้ำช้างพัฒนา โรงเรียนบ้านน้ำรีพัฒนา โรงเรียนบ้านกิ่วจันทร์ และโรงเรียนหม่อมเจ้าเจริญใจกิตติพงศ์ โดยสมาชิกกลุ่มเลือกปลูกชนิดผักที่ตลาดมีความต้องการมากที่สุดและสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล คือ ผักชนิดหลัก ได้แก่ ผักบุ้งจีน ปริมาณต้องการผลผลิตรวม 268 กก./เดือน กวางตุ้ง 110 กก./เดือน คะน้า 116 กก./เดือน ผักชี 38 กก./เดือน ต้นหอม 36 กก./เดือน และผักชนิดรอง ปลูกได้

เฉพาะช่วงฤดู ได้แก่ กะหล่ำปลี 268 กก./เดือน มะระหวาน 10 กก./เดือน มะเขือเทศ 20 กก./เดือน มะเขือเปราะ 183 กก./เดือน พริกชี้ฟ้า 56 กก./เดือน ถั่วฝักยาว 184 กก./เดือน และผักกาดขาว 220 กก./เดือน

ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลฟาร์มของสมาชิกกลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนา

ข้อมูลพื้นฐาน

ผลการวิจัยพบดังนี้ จากสมาชิกกลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนาทั้งหมด 12 ราย พบว่า มีเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเป็นเพศหญิง 8 ราย คิดเป็นร้อยละ 66.7 และเพศชาย 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 33.3 สมาชิกกลุ่มเพศหญิงส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี มากที่สุด จำนวน 5 ราย คิดเป็นร้อยละ 41.7 รองลงมามีอายุระหว่าง 41-50 ปี จำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 16.7 และน้อยที่สุด มีอายุระหว่าง 21-30 ปี จำนวน 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 8.3 ตามลำดับ เพศชายส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41-50 ปี มากที่สุด จำนวน 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 25.0 และน้อยที่สุด มีอายุระหว่าง 21-30 ปี จำนวน 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 8.3 ตามลำดับ สมาชิกส่วนใหญ่มีอาชีพหลัก รับจ้างมากที่สุด จำนวน 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 50.0 รองลงมามีอาชีพปลูกพืช ทำไร่ ทำสวน จำนวน 5 ราย คิดเป็นร้อยละ 41.7 และน้อยที่สุด มีอาชีพรับราชการ จำนวน 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 8.3 ตามลำดับ สมาชิกส่วนใหญ่มีระดับการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 4 ราย และระดับปริญญาตรี จำนวน 4 ราย เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 33.3 รองลงมาคือ ระดับประถมศึกษา จำนวน 2 ราย และมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 16.7 เท่ากัน ตามลำดับ

ข้อมูลฟาร์ม

จากการสัมภาษณ์สมาชิกกลุ่มมีพื้นที่ปลูกรวมทั้งหมด 8 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกผักเพื่อบริโภคในครัวเรือน เมื่อเหลือจากการบริโภคจะนำจำหน่ายให้กับคนในชุมชน ชนิดผักที่สมาชิกกลุ่มเลือกปลูกในครัวเรือนคือ ผักที่ปลูกได้ทุกฤดูกาล ได้แก่ พริกชี้ฟ้า มะเขือเปราะ กระเพรา ตะไคร้ ผักกาดเมือง ถั่วฝักยาว ผักบุ้ง แตงกวา และผักพื้นบ้าน ได้แก่ พริกกระเหรี่ยง ผักกูด มะระหวาน บางส่วนจะปลูกผักหลังฤดูกาลเก็บเกี่ยว ได้แก่ กะหล่ำปลีหอมแดง กระเทียม ผักกาดขาว และมะเขือเทศ แหล่งน้ำที่ใช้สำหรับการเพาะปลูก คือ ประปาภูเขา ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มีใช้ตลอดทั้งปีเพียงพอต่อการเพาะปลูก ช่วงระหว่างการเพาะปลูกสมาชิกส่วนใหญ่จะใช้ระบบน้ำ โดยการต่อท่อน้ำไปที่แปลงและใช้สายยางฉีดรดน้ำผัก มีเพียงบางรายที่ใช้ระบบสปริงเกอร์

การประเมินศักยภาพด้านทรัพยากรการผลิต

1. ที่ดินและทรัพยากร (Land and natural resources) พบว่าสมาชิกกลุ่มปลูกผักส่วนใหญ่มีขนาดพื้นที่เพาะปลูก 200 - 300 ตารางวา และน้อยที่สุด มีขนาดพื้นที่น้อยกว่า 100 ตารางวา คุณภาพดินส่วนใหญ่มีค่า pH เป็นกลางเหมาะสมต่อการปลูกผัก มีสภาพพื้นที่ปลูกเป็นพื้นราบ ดินร่วนซุย ระบายน้ำได้ดี พื้นที่โปร่งแสง พืชผักสามารถรับแสงได้ดี และมีปริมาณน้ำใช้เพียงพอตลอดฤดูกาล

2. ทุน (Capital) พบว่าสมาชิกกลุ่มปลูกผักส่วนใหญ่ ไม่มีการกู้ยืมเงินธนาคารพัฒนาหมู่บ้าน กองทุนฯ หรือสินเชื่ออื่น ๆ ในการหมุนเวียนจะใช้เงินทุนตัวเองในการเพาะปลูก มีบางรายที่กู้ยืมเงินธนาคารพัฒนาหมู่บ้าน กองทุนหมู่บ้าน หรือสินเชื่ออื่นๆ รายได้ภายในครัวเรือนส่วนใหญ่มากกว่า 10,000 บาทต่อเดือน รองลงมามี

รายได้อยู่ระหว่าง 5,000 – 9,000 บาท และน้อยที่สุดมีรายได้น้อยกว่า 5,000 บาท ตามลำดับ และสมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่ ไม่มีการจัดทำบัญชีรายรับ รายจ่ายในครัวเรือน

3. แรงงาน (Labor) พบว่าสมาชิกกลุ่มปลูกผักส่วนใหญ่ มีจำนวนแรงงานภายในครัวเรือน มากกว่า 3 คน รองลงมามีจำนวนแรงงานภายในครัวเรือน 2 คน

4. ผู้ประกอบการ (Entrepreneur) พบว่าสมาชิกกลุ่มปลูกผักส่วนใหญ่ มีประสบการณ์ในการปลูกผักมากกว่า 1 ปี ขึ้นไป สมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่มีการศึกษาข้อมูลการปลูกผักแต่ละชนิด แต่ไม่ได้คำนวณพื้นที่ของตนเอง มีการเตรียมดินด้วยการ ไถพรวน รองลงมาคือ มีการเตรียมดินด้วยการ ไถพรวน ไถยกร่อง และมีการกำจัดวัชพืช การปรับสภาพดินส่วนใหญ่จะใส่ปุ๋ยคอก ก่อนทำการเพาะปลูกอย่างเดียว สมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่คัดเลือกเมล็ดพันธุ์ดีมาปลูกเป็นบางครั้ง มีการกำหนดระยะปลูกที่ค่อนข้างถี่และหนาแน่น ไม่มีการกำหนดระยะปลูก การดูแลรักษาแปลงส่วนใหญ่จะมีการให้น้ำ ใส่ปุ๋ยหมักชีวภาพ การเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเก็บเกี่ยวช่วงที่เหมาะสม และสมาชิกกลุ่มปลูกผักส่วนใหญ่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลฟาร์ม

การสร้างกระบวนการเรียนรู้พัฒนาศักยภาพ โดยการจัดกิจกรรมทำแปลงทดลองและติดตามผลการดำเนินกิจกรรมตามระบบการพัฒนาคุณภาพ PDCA

การวางแผนการดำเนินงาน (Plan) ช่วงเดือนสิงหาคม - ตุลาคม 2561 โดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ แบ่งเป็น 3 กิจกรรมย่อย ในแต่ละกิจกรรมเน้นการปฏิบัติและการมีส่วนร่วมของสมาชิกกลุ่ม ระหว่างการดำเนินกิจกรรมผู้วิจัยจะติดตามและประเมินผล โดยมีเจ้าหน้าที่กลุ่มงานอารักขาพืช สำนักงานเกษตรจังหวัด มาเป็นพี่เลี้ยงในการติดตามประเมินผลด้วย และทำการถอดบทเรียนและสรุปกิจกรรม

การปฏิบัติตามแผน (Do) โดยดำเนินกิจกรรมแบ่งเป็น 3 กิจกรรมย่อยประกอบไปด้วย

กิจกรรมที่ 1 อบรมการปรับปรุงคุณภาพดิน การกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช โดยเรียนรู้หลักการเตรียมดิน การปรับสภาพดินโดยใช้ปูนขาว เรียนรู้วิธีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา การฉีดพ่นเชื้อราเมตาไรเซียม และการทำกับดักกาวเหนียว (Figure 1)



Figure 1 Conversion tracking and training on how to use *Trichoderma spp.*

กิจกรรมที่ 2 อบรมการผลิตผักปลอดภัยมาตรฐาน GAP โดยให้ความรู้เรื่องมาตรฐาน GAP การจดบันทึกการปลูก การใช้สารเคมีในระยะเวลาที่กำหนด และการขึ้นทะเบียน GAP แบบกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตผักให้ได้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด (Figure 2)

กิจกรรมที่ 3 อบรมการทำปุ๋ยหมักชีวภาพ โดยการให้ความรู้เรื่องปุ๋ยหมักโบกาฉิ ซึ่งให้สมาชิกกลุ่มนำกล้วย และแกลบของตนเองมา ช่วยกันลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนของการทำปุ๋ยหมักโบกาฉิ ต่อมาเป็นเผาแกลบ

เพื่อใช้เป็นวัสดุในการเพาะกล้า โดยหลังจากนี้ 3 วัน สมาชิกต้องผลัดกันมาคนปุ๋ยหมักโบกาชิและพลิกวัสดุเพาะกล้าภายใน 15 วันแรก (Figure 3)



Figure 2 Training on safety vegetable production under the GAP standards.



Figure 3 Training on the biological fertilizer.

การติดตามและประเมินผล (Check) ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมผู้วิจัยได้ติดตาม และประเมินผลอย่างต่อเนื่อง โดยการลงพื้นที่ติดตามแปลงของสมาชิกแต่ละราย จากการสังเกตและลงมือปฏิบัติของสมาชิกกลุ่ม พบว่าสมาชิกสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเข้าร่วมกิจกรรมไปปรับใช้ในแปลงของตนเอง

การปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง (Act) ผู้วิจัยและสมาชิกร่วมกันสร้างแรงกระตุ้น และพัฒนาศักยภาพปรับปรุงแก้ไขปัญหาในด้านกระบวนการผลิต จนสามารถมีผลผลิตออกมาจำหน่ายได้ สิ่งสำคัญคือ สมาชิกเกิดกระบวนเรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถพัฒนาต่อยอดเป็นเกษตรกรแกนนำกลุ่มต่อไปได้

การประเมินผลการเรียนรู้หลังการทำงาน (After Action Review : AAR)

หลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ พบว่าสมาชิกกลุ่มมีความเข้าใจในกระบวนการผลิตผักปลอดภัยมากขึ้น ตลอดจนการนำไปปรับใช้ในพื้นที่ของตนเอง เช่น การปรับปรุงสภาพดิน การใช้สารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสม การใช้ปุ๋ยชีวภาพ และการช่วยกันออกแบบตราสัญลักษณ์ของกลุ่ม เป็นต้น แนวทางพัฒนากลุ่มสมาชิกและผู้วิจัยได้แสดงความคิดร่วมกันว่า ในด้านการวางแผนการผลิต การบริหารจัดการกลุ่มยังไม่มีการดำเนินงานที่เป็นรูปแบบ มีเพียงการประชุมจัดระบบโครงสร้างกลุ่ม (Figure 4) และการกำหนดกฎระเบียบของกลุ่มเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาดูงานจากกลุ่มเครือข่ายผลิตผักปลอดภัย เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ประสบการณ์แนวคิด การวางแผนการผลิต และการบริหารจัดการกลุ่ม เพื่อสมาชิกกลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนา สามารถนำมาปรับใช้ในการผลิตผักปลอดภัยของกลุ่มตนเอง ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรให้การสนับสนุนจัดอบรมให้ความรู้เพิ่มเติม รวมถึงการจัดตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และรับรองมาตรฐานการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพของกลุ่มมากขึ้น



Figure 4 using Focus Group Discussion and appoint up a committee

เนื่องจากมีการสำรวจปริมาณความต้องการผักของโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ เพื่อทำการประเมินผล ทางเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติจึงสุ่มตรวจหาสารพิษตกค้างในผัก (กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาเมต) ด้วยชุดทดสอบ GT-Pesticide Test Kit เพื่อรับรองผลผลิตในการส่งเข้าโรงครัวของโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ ซึ่งผลตรวจสารพิษตกค้าง ส่วนใหญ่พบสารพิษตกค้างในระดับปลอดภัย (Figure 5)



Figure 5 Detecting toxic residue by using GT-Pesticide Test Kit

อภิปรายผลการศึกษา

กลุ่มปลูกผักปลอดภัยบ้านน้ำรีพัฒนามีสมาชิกทั้งหมด 12 ราย ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 66.7 สมาชิก มีพื้นที่ปลูกรวม 8 ไร่ โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติรับซื้อผักทั้งหมด 42 ชนิด ปริมาณผลผลิตรวม 212 กิโลกรัม ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีตลาดรองรับที่แน่นอน แต่เนื่องจากสมาชิกกลุ่มยังไม่มีความเข้าใจในเรื่องของกระบวนการผลิตผักปลอดภัย จึงได้มีการทำแปลงทดลองสร้างกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้เครื่องมือระบบพัฒนาคุณภาพ PDCA สอดคล้องกับ ณัฐชนน (2559) ศึกษาเรื่องกระบวนการบริหารเชิงคุณภาพที่มีผลต่อผลสำเร็จของงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการบริหารเชิงคุณภาพมีผลต่อความสำเร็จอยู่ในระดับสูง (R = 0.741) กระบวนการบริหารประกอบไปด้วย การวางแผนปฏิบัติ (Plan) การปฏิบัติตามแผน (Do) การติดตามประเมินผล (Check) และการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง (Act) สามารถอธิบายผลสำเร็จได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าอำนาจการทำนายร้อยละ 53.80 ซึ่งในกระบวนการเรียนรู้เน้นการลงมือปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมของสมาชิกกลุ่มปลูกผักสอดคล้องกับ ยุพาพร รูปงาม (2545) เรื่องแนวคิดการมีส่วนร่วม สมาชิกกลุ่มเกิดกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น และพัฒนาศักยภาพ ตลอดจนผลิตผักปลอดภัยส่งตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างกับโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ สอดคล้องกับ สุวภัทร (2561) เรื่องนโยบายโรงพยาบาลอาหารปลอดภัย ในการควบคุมมาตรฐานผู้ผลิต ซึ่งผลการตรวจสอบสารพิษตกค้าง พบว่ามีสารพิษตกค้างในระดับปลอดภัย สามารถส่งผลผลิตเข้าโรงครัวของโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติได้

สรุปผลการศึกษา

โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติมีความต้องการชนิดผักต่อเดือน 42 ชนิด ปริมาณรับซื้อผลผลิตรวม 212 กิโลกรัม ซึ่งสมาชิกกลุ่มไม่สามารถผลิตผักได้ครบทุกชนิดและรายได้ต่อเดือนค่อนข้างน้อย จึงสำรวจช่องทางการตลาดเพิ่มเติม คือ ผลิตส่งโรงเรียนบ้านน้ำช้างพัฒนา โรงเรียนบ้านน้ำรีพัฒนา โรงเรียนบ้านกิ่วจันทร์ และโรงเรียนหม่อมเจ้าเจริญใจกิตติพงศ์ ซึ่งสมาชิกกลุ่มเลือกปลูกชนิดผักที่ตลาดมีความต้องการมากที่สุด กลุ่มมีสมาชิกทั้งหมด 12 ราย มีพื้นที่ปลูกรวม 8 ไร่ จากการประเมินศักยภาพ พบว่าสมาชิกกลุ่มมีทรัพยากรการผลิตด้านที่ดินและทรัพยากร ด้านทุน ด้านแรงงานอยู่ในระดับมาก และด้านผู้ประกอบการอยู่ในระดับปานกลาง

เนื่องจากสมาชิกกลุ่มยังไม่มีความเข้าใจกระบวนการผลิตผักปลอดภัย จึงจัดทำแปลงทดลองพัฒนาศักยภาพตามระบบพัฒนาคุณภาพ PDCA และถอดบทเรียน พบว่าสมาชิกกลุ่มมีความเข้าใจกระบวนการผลิตผักปลอดภัยมากขึ้นตลอดจนการนำไปปรับใช้ในพื้นที่ของตนเอง เช่น การปรับปรุงสภาพดิน การใช้สารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสม เป็นต้น และสามารถนำผลผลิตมาตรวจหาสารพิษตกค้าง เพื่อรับรองผลผลิตส่งโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ แต่ในด้านการบริหารจัดการกลุ่ม การวางแผนการผลิต ยังไม่มีการดำเนินงานที่เป็นรูปแบบ ซึ่งแนวทางการพัฒนากลุ่มจึงควรมีการศึกษาดูงานกลุ่มเครือข่ายผลิตผักปลอดภัย ภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรให้การสนับสนุนการจัดฝึกอบรมให้ความรู้ รวมถึงการจัดตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และรับรองมาตรฐานการผลิต

เอกสารอ้างอิง

จุฑา จิตวงศ์ภักดี. 2561. **การส่งเสริมความรู้มาตรฐานโฮมสเตย์เพื่อประเมินความพร้อมในการพัฒนาโฮมสเตย์บ้านน้ำรีพัฒนา ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน.** รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณัฐชนน น้ำจันทร์. 2559. “กระบวนการบริหารเชิงคุณภาพที่มีผลต่อผลสำเร็จของงานส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.” **วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มข**. 9(1) : 217-233.

ยุพาพร รูปงาม. 2545. **การส่วนร่วมของข้าราชการสำนักงบประมาณ ในการปฏิรูประบบราชการ**. ภาคนิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. 10 สิงหาคม 2561.

สุวภัทร กล่อมสกุล. 2561. เภสัชกรชำนาญการ โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ. **สัมภาษณ์**, 17 ตุลาคม 2561.

สำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน. 2561. **แผนพัฒนาการเกษตรตำบลขุนน่าน**. กรมส่งเสริมการเกษตร

ฟุจิศักดิ์ วรเดชวิทยา. 2561. ผู้อำนวยการโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ. **สัมภาษณ์**, 6 มิถุนายน 2561.

องค์การบริหารส่วนตำบลขุนน่าน. 2561. **แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาองค์การบริหารส่วนตำบลขุนน่านประจำปี (พ.ศ.2558 – 2562)**. งานนโยบายและแผนสำนักงานปลัด

แนวทางการพัฒนาศักยภาพการจัดการที่ดีของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

Approaches to Development Management Potential of the Group of Broom Flowers Grass, in Bann Thung Kham, Chai Sathan District, Mueang Nan District, Nan Province

จิราพรรณ เนตรสาย[1*] และ พีรชัย กุลชัย[1]

Jeeraphan Netsai[1*] and Peerachai Kullachai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นมา และพัฒนาการ เพื่อประเมินศักยภาพและหาแนวทางการพัฒนาศักยภาพของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้เทคนิค SWOT จัดเวทีแลกเปลี่ยนแบบมีส่วนร่วม ผลการศึกษาพบว่า จากเดิมกลุ่มมีการจัดการที่ไม่เป็นระบบ กลุ่มจึงถูกล้มเลิกไป แต่ปัจจุบันหน่วยงานพัฒนาชุมชนเข้ามาส่งเสริมทำให้สมาชิกรายเดิมกลับมารวมกลุ่มกันอีกครั้ง แต่กลุ่มยังประสบปัญหาด้านผู้นำและการบริหารจัดการองค์กร ด้านการผลิต ด้านการตลาด ด้านระบบบัญชี และด้านการจัดการองค์ความรู้ แนวทางพัฒนากลุ่มคือ ผู้นำและสมาชิกควรฝึกทักษะทำไม้กวาดด้วยตนเอง มีการวางแผนสำรองวัตถุดิบเพื่อให้เพียงพอต่อตลาด สร้างความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ สมาชิกทุกคนต้องเรียนรู้ระบบการบริหารจัดการบัญชีของกลุ่ม จัดทำสื่อและพัฒนาศักยภาพสมาชิกสู่การเป็นวิทยากรถ่ายทอดองค์ความรู้

ABSTRACT

This research aimed to study the background and development to assess and determine the potential of Bamboo grass's broom maker group from Ban Thung Kam. This study was a qualitative research using SWOT techniques to organize an integrated exchange forum. The result showed that the previous breakup of the group was miss management. At present, the Community Development Department has encouraged the old member to the group again. But, the group still have a problem in leadership,management, production, marketing, accounting and Knowledge management. The development approach for the group was to educate leader in the manufacturing process of the broom, planning to reserve raw materials to be adequate for the market, and create the unique characteristic for the product learn to manage the group's account. Finally, the group needs to create media and train the group member to be able to transfer the knowledge to the community.

Key Words : Guidelines, Develop ,Potential ,Management ,SWOT Analysis ,Broom Flowers Grass.

* Corresponding author ; e-mail address: Jeeraphan.ns@gmail.com

[1]ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Agricultural Development and Resource Management , Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute Technology Ladkabang , Bangkok 10520

คำนำ

บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน มีประชากรทั้งหมด 590 คน 148 หลังคาเรือน ทำเกษตรกรรมทั้งหมด 94 ครัวเรือน (องค์การบริหารส่วนตำบลไชยสถาน , 2560) ลักษณะของชุมชนเป็นชุมชนแบบสังคมชนบท ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร สภาพความเป็นอยู่ของคนในชุมชนคล้ายคลึงกัน ครอบครัวส่วนใหญ่แยกมาจากครอบครัวใหญ่อยู่กันแบบเครือญาติ (จุฑามาศ, 2560) นอกจากเรื่องของการทำอาชีพหลักแล้ว ยังมีการทำอาชีพเสริม เช่น การปลูกผักสวนครัวไว้บริโภคภายในครัวเรือน เมื่อเหลือจากการบริโภคจึงนำไปจำหน่าย การปลูกพืชหลังนา เช่น ถั่วเหลือง ปอเทือง เพื่อจำหน่ายและปรับปรุงบำรุงดิน การทำเกษตรแบบผสมผสาน และกลุ่มอาชีพเสริมในพื้นที่บ้านทุ่งขาม ได้แก่ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเลี้ยงหมูบ้านทุ่งขาม กลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์และพืชหรือกลุ่มแปรรูปแหนม และกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง กลุ่มอาชีพเสริมที่มีในพื้นที่บ้านทุ่งขามนั้น เกิดขึ้นมาได้จากกลุ่มสตรีบ้านทุ่งขามประสบปัญหาค่าใช้จ่ายไม่พอกับรายได้ จึงต้องการหารายได้เสริมมาจุนเจือครอบครัว ประกอบกับมีเวลาว่างหลังจากช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรแล้วไม่มีงานทำจึงได้รวมกลุ่มกันเกิดเป็นกลุ่มอาชีพเสริมต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงมองเห็นความสำคัญของการพัฒนาทางด้านอาชีพเสริมโดยมีเป้าหมายในกลุ่มอาชีพเสริมที่ยังมีการดำเนินกิจกรรมอยู่ต่อเนื่อง กลุ่มที่มีความพร้อมที่จะได้รับการพัฒนา แต่ยังขาดทักษะและศักยภาพ ในการพัฒนากลุ่ม จึงหาแนวทางในการช่วยเติมเต็มให้กลุ่มเกิดการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นอย่างยั่งยืน และกลุ่มไม้กวาดจากดอกก๋ง เป็นหนึ่งกลุ่มที่ถูกจัดเป็นกลุ่มที่พร้อมจะได้รับการพัฒนา

กลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน เคยมีการรวมกลุ่มเมื่อในอดีต มีชื่อว่ากลุ่มทำไม้กวาด บ้านทุ่งขาม แต่กลุ่มไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องด้วย ศักยภาพของกลุ่ม การบริหารจัดการภายในกลุ่ม และปัจจัยหลายอย่างที่กลุ่มมีอยู่ไม่เพียงพอ เช่น จำนวนสมาชิกที่มีไม่ถึง 10 คน และ ไม่มีงบประมาณในด้านการจัดซื้อวัตถุดิบ เป็นต้น จึงล้มเลิกการรวมกลุ่มไป ภายหลังได้มีโครงการบูรณาการแผนชุมชนระดับตำบลสร้างกลุ่มสัมมาชีพชุมชน โดยสำนักพัฒนาชุมชนอำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน เข้ามาในปี พ.ศ. 2561 ทางหมู่บ้านทุ่งขามจึงส่งผู้นำชุมชนบ้านทุ่งขามเข้าร่วมอบรมวิทยากรผู้นำสัมมาชีพเพื่อเรียนรู้บทบาทสำคัญในการรักษาและต่อยอดภูมิปัญญาองค์ความรู้ของชุมชน หลังจากการเข้าร่วมอบรมวิทยากรผู้นำสัมมาชีพชุมชนแล้ว ผู้นำชุมชนมีการนัดประชุมกับชาวบ้านเรื่องการพัฒนาการประกอบอาชีพในพื้นที่บ้านทุ่งขาม มีชาวบ้านให้ความสนใจรวมถึงสมาชิกกลุ่มทำไม้กวาด ทางสมาชิกกลุ่มรายเดิมที่เข้าร่วมประชุมกับผู้นำชุมชนได้เห็นแนวทางในเรื่องของการสร้างอาชีพจากการทำไม้กวาด จึงเกิดการรวมกลุ่มกันอีกครั้งพร้อมกับชักชวนชาวบ้านที่สนใจในการทำไม้กวาดเข้าร่วมกลุ่มเพิ่ม เพื่อที่จะต่อยอดองค์ความรู้ในการทำไม้กวาด เป็นการสร้างรายได้ให้กับตนเองและครอบครัว กลุ่มจึงถูกจัดตั้งขึ้นเป็นกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋งในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มพึ่งถูกจัดตั้งขึ้นใหม่ยังไม่มีการบริหารจัดการที่เป็นระบบ กลุ่มยังต้องเรียนรู้ด้านปัจจัย การจัดการศักยภาพในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านผู้นำและการบริหารจัดการองค์กร ด้านการผลิต ด้านการตลาด ด้านระบบบัญชีและการเงิน ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับหน่วยงานภายนอก และองค์ความรู้ของกลุ่ม เป็นต้น และเพื่อให้กลุ่มเกิดกระบวนการพัฒนาและประสบผลสำเร็จ ทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาโดยมีคำถามวิจัยคือแนวทางการพัฒนาศักยภาพการจัดการที่ดีของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง จังหวัดน่านควรดำเนินการอย่างไร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.เพื่อศึกษาประวัติความเป็นมาพัฒนาการ และองค์ความรู้ของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

2.เพื่อศึกษาและประเมินศักยภาพของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

3.เพื่อหาแนวทางพัฒนาศักยภาพการจัดการที่ดีของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่ง ขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่องแนวทางการพัฒนาศักยภาพการจัดการที่ดีของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ มีการเก็บข้อมูลจากผู้นำกลุ่มและสมาชิกกลุ่มทำไม้กวาด เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และการสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลใช้การพรรณนาเรียบเรียงนำเสนอตามข้อเท็จจริงและใช้เทคนิค SWOT analysis ในการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาศักยภาพจากการจัดเวทีประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และประเมินผลแบบมีส่วนร่วมกับผู้นำกลุ่มและสมาชิกกลุ่มทำไม้กวาดจำนวน 18 ราย มีการดำเนินงานตามขั้นตอนการศึกษาต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เดือนกรกฎาคม 2561 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน พัฒนาการของกลุ่ม และองค์ความรู้ของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง จังหวัดน่านโดยใช้การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก

ขั้นที่ 2 เดือนสิงหาคม-กันยายน 2561 ศึกษาศักยภาพการจัดการของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกกับผู้นำกลุ่มจำนวน 5 รายและสมาชิกกลุ่มจำนวน 3 ราย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนของคณิดา ไกรสันติ และ รัสมนต์ คำศรี (2559) ได้กล่าวว่าการนำปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาศักยภาพการจัดการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและแนวทางการพัฒนาศักยภาพกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโดยครอบคลุมประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จเพื่ออธิบายถึงศักยภาพในการจัดการกลุ่มที่ชัดเจนขึ้นดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ด้านผู้นำและการบริหารจัดการองค์กร

2.2 ด้านการผลิต

2.3 ด้านการตลาด

2.4 ด้านระบบบัญชีและการเงิน

2.5 ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับหน่วยงานภายนอก

ขั้นที่ 3 เดือนกันยายน-ตุลาคม 2561 จัดเวทีสนทนากลุ่มเพื่อประเมินศักยภาพของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋งโดยผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของสมาชิกภายในกลุ่ม สัมภาษณ์ความคิดเห็นของสมาชิกและสังเกตพฤติกรรมของสมาชิกภายในกลุ่ม และให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ศักยภาพ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคของกลุ่ม พร้อมวางแผนสรุปการพัฒนาศักยภาพของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋งตลอดจนข้อเสนอแนะเพื่อหาแนวทางแก้ไขและพัฒนาเพื่อให้กลุ่มเกิดการจัดการที่ดี

ผู้วิจัยทำการศึกษากับกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋งระหว่างเดือนมิถุนายน 2561 ถึง เดือนตุลาคม 2561

ผลและอภิปรายผล

ข้อมูลพื้นฐานกลุ่ม

กลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ถูกจัดตั้งขึ้นในวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 โดยมีการรวมกลุ่มสมาชิกรายเดิมจำนวน 5 ราย และชักชวนชาวบ้านที่สนใจในการทำไม้กวาดเป็นอาชีพเสริมเข้ามาเป็นสมาชิกรายใหม่จำนวน 13 ราย ซึ่งในกลุ่มปัจจุบันกลุ่มมีสมาชิก 18 ราย สมาชิกส่วนมากเป็นกลุ่มวัยทำงานและกลุ่มผู้สูงอายุ มีเวลาว่างจากการทำเกษตร ต้องการหารายได้เพิ่ม และเป็นการทำให้เกิดการกระตุ้นเศรษฐกิจในพื้นที่บ้านทุ่งขาม โดยหลักการทำงานจะใช้หลักการความสามัคคี ความซื่อสัตย์และการมีส่วนร่วม คือ ให้สมาชิกกลุ่มได้ร่วมกันคิด ร่วมกันตัดสินใจ ร่วมกันดำเนินการ ร่วมกันรับผลประโยชน์ และร่วมกันติดตามตรวจสอบ โดยได้รับการหนุนเสริมจากหน่วยงานรัฐ โครงการไทยยั่งยืนสนับสนุนงบประมาณจำนวน 27,000 บาท เพื่อต่อยอดกลุ่มไม้กวาด สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอเมืองน่าน และศูนย์การศึกษานอกพื้นที่ มาสนับสนุนเรื่องขององค์ความรู้ในการทำไม้กวาด และงบประมาณในการซื้อวัสดุอุปกรณ์จำนวน 14,000 บาท ซึ่งสถานที่เดิมที่กลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋งมีการรวมกลุ่มทำไม้กวาดกัน คือ ที่ทำการผู้ใหญ่บ้าน บ้านทุ่งขาม ภายหลังได้มีการย้ายที่ตั้งของกลุ่มไปอยู่ที่ โรงเรียนบ้านศรีเกิด ตำบลไชยสถาน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน เป็นที่สำหรับรวมกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋งในปัจจุบัน

พัฒนาการกลุ่มและองค์ความรู้ของกลุ่ม

สมาชิกภายในกลุ่มมีองค์ความรู้พื้นฐานเดิมในการทำไม้กวาดจากดอกก๋ง ได้อาศัยเวลาและประสบการณ์ในการทำไม้กวาดจากดอกก๋งโดยความรู้เดิมในการทำไม้กวาดคล้ายกับการทำไม้กวาดในปัจจุบัน ทั้งวัสดุอุปกรณ์ ขั้นตอนการทำ แตกต่างจากเดิมเพียงแค่วิธีการเย็บบริเวณดอกก๋งให้ไม่หลุด เมื่อนำไปใช้งานซึ่งในอดีตใช้วิธีการเย็บด้วยมือ แต่ปัจจุบันมีเทคโนโลยีเข้ามาช่วยคือการใช้จักรในการเย็บบริเวณดอกก๋งไม่ให้หลุดออกเมื่อนำไปใช้งาน เป็นการเพิ่มความแข็งแรงของไม้กวาด และลดระยะเวลาในการทำไม้กวาดได้มากขึ้น ภายหลังได้มีวิทยากรจากกลุ่มทำไม้กวาดด้วยด้ามพลาสติก จังหวัดแพร่เข้ามาให้ความรู้และฝึกสอนทำไม้กวาดด้ามพลาสติกในเรื่องของวิธีการทำไม้กวาด เช่น การเย็บ การเข้าด้ามไม้กวาด เป็นต้น ซึ่งทางสมาชิกกลุ่มมีความคิดเห็นตรงกันที่ว่าไม้กวาดด้ามพลาสติกสามารถหาซื้อได้ตามร้านค้าทั่วไปไม่มีความแข็งแรงและคงทนต่อการใช้งานแม้วัสดุและอุปกรณ์จะมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าการทำไม้กวาดที่ใช้ด้ามไม้ไผ่ก็ตามจึงยึดการทำไม้กวาดแบบเดิมและได้มีการศึกษาดูงานกลุ่มทำไม้กวาดจากโรงเรียนบ้านผาตูบ ตำบลผาสิงห์ อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ที่มีรูปแบบการทำไม้กวาดเหมือนกับกลุ่มจึงนำเทคนิคในการทำไม้กวาดมาปรับใช้กับการความรู้พื้นฐานเดิมในการทำไม้กวาด แต่เนื่องจากกลุ่มพึ่งถูกจัดตั้งขึ้นสมาชิกแต่ละรายจะแบ่งหน้าที่ในขั้นตอนในการผลิตไม้กวาดตามความถนัดของตนเองสมาชิกแต่ละรายจึงไม่สามรถทำไม้กวาดได้ทุกขั้นตอน อย่างไรก็ตามคณะกรรมการกลุ่มสามารถสอนและถ่ายทอดองค์ความรู้ในการทำไม้กวาดให้กับผู้ที่สนใจได้และยังได้รับเชิญเป็นวิทยากรในการเผยแพร่องค์ความรู้ระดับตำบลในงานเผยแพร่เทคโนโลยีสร้างทักษะและส่งเสริมอาชีพด้านการเกษตร

ด้านผู้นำและการบริหารจัดการองค์กร

ผู้นำกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน มีคุณสมบัติเป็นผู้ที่มีความเสียสละให้แก่กลุ่มให้ความช่วยเหลือ และแนะนำกลุ่มได้ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความรับผิดชอบ มีการควบคุมการปฏิบัติงาน ของกลุ่มให้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ มีความกระตือรือร้นเป็นที่ยอมรับ

ของชุมชน สังคม ถึงแม้ว่าผู้นำกลุ่มจะไม่สามรถทำไม้กวาดได้และไม่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ในการทำไม้กวาดได้ แต่ผู้นำมีการวางแผนในการดำเนินงานกลุ่มที่สามารถขับเคลื่อนกลุ่มไปข้างหน้าได้และการดำเนินงานของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง มีสมาชิกมาผลิตสินค้าลดลงเนื่องจากสมาชิกบางส่วนไม่สามรถมาร่วมกันผลิตได้เพราะต้องทำการเกษตรเป็นอาชีพหลัก และสมาชิกมีอายุมากซึ่งหากไม่มีการสืบทอดและฝึกการทำไม้กวาดให้กับคนรุ่นใหม่ในชุมชน จะส่งผลกระทบต่อกำลังการผลิตและการดำเนินงานในอนาคตได้

ด้านการผลิต

กลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน วัตถุดิบในการผลิตส่วนมากเป็นวัตถุดิบที่นำเข้ามาระหว่างพื้นที่ไม่สามารถหาได้ในชุมชน เช่นวัตถุดิบหลักอย่างดอกก๋งรับซื้อมาจากดอยภูคา ราคากิโลกรัมละ 60 บาท ด้ามไม้กวาดรับซื้อมาจากลพบุรี ราคาด้ามละ 2 บาท เป็นต้น ทำให้ต้นทุนในการผลิตมีราคาสูง ส่งผลต่อการตั้งราคาจะตั้งโดยคำนวณจากต้นทุนการผลิตในส่วนของวัตถุดิบและค่าแรงของสมาชิกเพื่อให้วิธีการตั้งราคาของกลุ่มเป็นไปอย่างมีระบบ โดยต้นทุนในการผลิตจะตกอยู่ที่ 20 บาทต่อด้าม ราคาขายปลีกขายด้ามละ 35 บาท ราคาขายส่งขาย 3 ด้าม 100 บาท ตกด้ามละ 33.33 บาท และสถานที่ในการผลิตสินค้าของกลุ่มยังไม่มีการจัดการที่เป็นสัดส่วน วัตถุดิบและอุปกรณ์ยังไม่ถูกเก็บให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ยากต่อการค้นหาและนำมาใช้ สถานที่เป็นห้องปิดทึบมีฝุ่นเป็นจำนวนมากไม่มีอากาศระบาย *“ถึงแม้ว่าวัตถุดิบของกลุ่มนั้นไม่สามารถหาได้ในชุมชนแต่เราต้องมีการวางแผนการผลิตที่ดีเพื่อให้กลุ่มสามารถเดินหน้าต่อไปได้”* (รพ สิทธิรัตน์, สัมภาษณ์, 5 กันยายน 2561)

ด้านการตลาด

การจัดจำหน่ายสินค้าของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน จัดจำหน่ายตามคำสั่งซื้อของลูกค้า วางจำหน่ายตามร้านค้าชุมชน 2-3 แห่ง เช่นร้านค้าธงฟ้าในชุมชน เป็นต้น และได้ขายสินค้าที่กลุ่ม ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจำนวนการจำหน่ายสินค้าของกลุ่มในแต่ละเดือนนั้นมีจำนวนการสั่งซื้อสินค้าที่ไม่แน่นอน ในเดือนกุมภาพันธ์มีการขายสินค้าอยู่ที่ 137 ด้าม เดือนมีนาคมมีการขายสินค้าอยู่ที่ 374 ด้าม เดือนพฤษภาคมมีการขายสินค้าอยู่ที่ 168 ด้าม เดือนมิถุนายนมีการขายสินค้าอยู่ที่ 52 ด้าม เดือนกรกฎาคมมีการขายสินค้าอยู่ที่ 84 ด้าม เดือนสิงหาคมมีการขายสินค้าอยู่ที่ 37 ด้าม และเดือนกันยายนมีการขายสินค้าอยู่ที่ 105 ด้าม จะเห็นได้ว่าในบางเดือนมียอดขายเพิ่มขึ้นและในบางเดือนยอดขายลดลง *“ช่วง 2-3 เดือนแรก ที่เปิดกลุ่มใหม่ก็ขายได้เยอะ พอเดือนต่อ ๆ มาก็ขายได้ไม่ค่อยเยอะเท่าไหร่ แต่แม่กับแม่ ๆ คนอื่น (สมาชิก) ก็ผลัดกันมาทำไม้กวาดอยู่เรื่อย ๆ นะ ใครว่างจากทำนาก็จะมาช่วยกันทำ เผื่อจ่ารพ(ประธานกลุ่ม) จะหาที่ขายใหม่ ๆ ให้ได้บ้าง จะได้ขายได้เยอะ ๆ เหมือนตอนแรก แต่บางทีกาดข่วงเมืองมีงานแม่ก็จะเอาไม้กวาดไปขาย”* (สุภัตรา แก้วก๋ำคำ, สัมภาษณ์, 25 สิงหาคม 2561)

ด้านระบบบัญชีและการเงิน

การจัดทำบัญชีกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋งได้มีการจัดทำบัญชีรายรับ-รายจ่ายอย่างง่าย ๆ ไม่มีแบบฟอร์มของการจัดทำบัญชี เนื่องจากเหรัญญิกของกลุ่มมีความรู้ในการจัดทำบัญชีเพียงเล็กน้อย แต่ก็ยังจัดทำบัญชีด้วยความซื่อสัตย์ และโปร่งใส เป็นที่ยอมรับของสมาชิกในกลุ่ม *“ใครจะทำอะไรกับของที่ทำไม้กวาดแม่จดไว้หมดแหละ ทั้งซื้อของแม่ก็จด ขายไม้กวาดแม่ก็จด จดทุกอย่างจะได้กลับมาดูได้และรู้ที่มาที่ไปของเงินและของ”* (ศรีทอน เรืองหล้า, สัมภาษณ์, 25 สิงหาคม 2561)

ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับหน่วยงานภายนอก

หน่วยงานพัฒนาชุมชน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน เข้ามามีส่วนช่วยในการสร้างเครือข่ายกลุ่มอาชีพเสริมร่วมกับชุมชนอื่น ๆ ครอบคลุมทั้งหน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชน เช่นการศึกษาดูงานกลุ่มทำไม้กวาดที่ประสบความสำเร็จและกลุ่มทำไม้กวาดในพื้นที่ใกล้เคียงและทางกลุ่มเองก็มีการเริ่มสร้างปฏิสัมพันธ์เครือข่ายระหว่างกลุ่มอาชีพเสริมและกลุ่มทำไม้กวาดจากการไปอบรมหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงเกษตรกรที่สนใจเขามาเรียนรู้วิธีการทำไม้กวาดของกลุ่มก็ถือว่าเป็นการสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับคนในชุมชนอีกด้วย

แนวทางการพัฒนาศักยภาพการจัดการที่ดีของกลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก๋ง

จากการประชุมกลุ่มโดยใช้เครื่องมือ SWOT analysis ได้แนวทางในการพัฒนา ดังนี้

ด้านการบริหารจัดการองค์กร มีการประชาสัมพันธ์เชิญชวนผู้ที่สนใจ มีเวลาว่างจากการทำการเกษตรเข้ามารวมกลุ่ม เด็กและเยาวชนในชุมชน เข้ามาเรียนรู้วิธีการทำไม้กวาดจากดอกก๋ง เพื่อเป็นการกระจายกำลังการผลิตสินค้าเมื่อมีการสั่งสินค้าเข้ามาในปริมาณมาก *“ในอนาคตกลุ่มเราจะต้องหาสมาชิกเข้ามาเพิ่มให้ได้เยอะๆ 20-30 คน ตามที่ตั้งเป้าไว้ในตอนแรก เพื่อจะให้กลุ่มได้ทำไม้กวาดได้เพิ่มมากขึ้น ”* (รพ สิทธิรัตน์, สัมภาษณ์, 8 กันยายน 2561)

ด้านการผลิต ประธานและสมาชิกมีการวางแผนการผลิตรวมกันภายในกลุ่มเพื่อการผลิตไม้กวาดจากดอกก๋งให้ได้ตามจำนวนการสั่งสินค้าของลูกค้า โดยการหาซื้อวัตถุดิบสำรองไว้ให้เพียงพอต่อการผลิตตลอดทั้งปี เพื่อให้ต้นทุนในการผลิตลดลงและสมาชิกต้องจัดระเบียบในการจัดเก็บอุปกรณ์และมีป้ายติดบอกตำแหน่งที่เก็บอุปกรณ์ในแต่ละจุด และทำความสะอาดสถานที่หลังการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ *“ถ้ามีป้ายติดบอกที่เก็บของก็คงจะดี ของจะได้วางเป็นระเบียบไม่รกแบบนี้ และอยากให้ช่วยกันทำความสะอาดหลังทำไม้กวาดเสร็จ”* (พิณ ธิมา, สัมภาษณ์, 8 กันยายน 2561)

ด้านการตลาด หน่วยงานภาครัฐควรสนับสนุนวิทยากรที่มีความรู้ความสามรถในการให้ข้อเสนอแนะการผลิตสินค้าในรูปแบบอื่นนอกเหนือจากไม้กวาดที่ขายอยู่เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันความเสียหายจากการขนส่งสินค้าพร้อมกับส่งเสริมด้านการตลาดจัดหาช่องทางการจัดจำหน่ายสินค้าที่เพิ่มมากขึ้นรวมถึงการโฆษณาและประชาสัมพันธ์สินค้าให้เป็นที่รู้จักผ่านสื่อต่าง ๆในชุมชน *“ถ้ามีหน่วยงานภาครัฐหรือคนที่มีความรู้ในด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาให้ความรู้และเข้าช่วยกลุ่มจะเป็นการเพิ่มความแตกต่างให้กับกลุ่มมาก ๆ”* (สุภัตรา แก้วก๋ำคำ, สัมภาษณ์, 8 สิงหาคม 2561)

ด้านระบบบัญชีและการเงิน เหรัญญิกและสมาชิกกลุ่มต้องเรียนรู้การจัดทำบัญชีของกลุ่มให้เป็นไปตามแบบฟอร์มของการจัดทำบัญชีไปพร้อม ๆกันเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบบัญชีรายรับ-รายจ่าย และง่ายต่อการวางแผนการผลิต *“แม่ต้องไปหัดเรียนการทำบัญชีกลุ่มกับจ่ารพเขาจ่ารพทำบัญชีละเอียดกว่าแม่เยอะ แม่จะเน้นการจดเอา”* (ศรีทอน เรืองหล้า, สัมภาษณ์, 8 กันยายน 2561)

ด้านองค์ความรู้ของกลุ่ม สมาชิกทุกคนต้องใส่ใจในการทำไม้กวาดทุกขั้นตอน หมั่นฝึกฝนฝีมืออยู่เสมอ และมีการเรียบเรียงองค์ความรู้ของกลุ่มโดยให้สมาชิกรวมกันออกแบบขั้นตอนและ เขียนเป็นขั้นตอน การทำไม้กวาด พร้อมทำสื่อในการนำเสนอ เช่น ป้ายนำเสนอประวัติความเป็นมาของกลุ่มและขั้นตอนการทำไม้กวาด เพาเวอร์พ้อยท์ วิดีโอในการนำเสนอการทำไม้กวาดของกลุ่ม เป็นต้น “*ทุกคนในกลุ่มต้องหัดลองเข้าด้ามกัน ลอง*

ฝึกทำไม้กวาดทุก ๆขั้นตอนจะได้ลดเวลาในการรอเวลาคนเข้าด้ามไม่ว่างมาทำ และจะเป็นการพัฒนาฝีมือของทุกคนด้วย" (อติกานต์ ขัดเขียว, สัมภาษณ์, 8 กันยายน 2561)

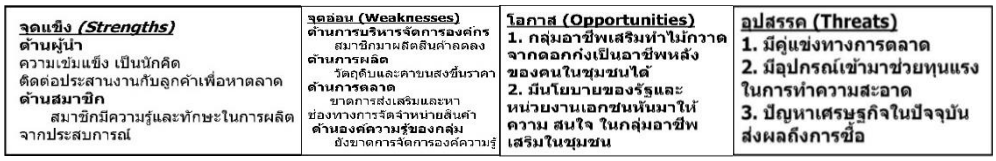


Figure 1 The picture shows a table of strengths, weaknesses, opportunities, and Threats of the group.

อภิปรายผลการศึกษา

กลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก่ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน เกิดจากการจัดตั้งกลุ่มขึ้นอีกครั้งจากหน่วยงานภาครัฐและจากการเข้าร่วมประชุมในโครงการสัมมาชีพชุมชนโดยสำนักงานพัฒนาชุมชนเพื่อสร้างอาชีพเสริมให้กับคนในชุมชนและคนในชุมชนมีเป้าหมายเดียวกันคือการสร้างรายได้เสริมหลังจากการทำนา ประจวบกับคนในชุมชนเคยมีองค์ความรู้ในการทำไม้กวาดเป็นทุนเดิมอยู่แล้วจึงเกิดการรวมกลุ่มกัน สอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอาชีพเสริมของเกียรติศักดิ์ แก้วมหาชัย (2550) แต่กลุ่มพึ่งมีการจัดตั้งขึ้นมาใหม่จึงยังไม่มีการบริหารจัดการที่ดี กลุ่มยังต้องเรียนรู้กระบวนการ การจัดการศักยภาพในด้านต่าง ๆ เพื่อจะได้เห็นถึงจุดด้อยในแต่ละด้านและนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนา ด้านผู้นำและการบริหารจัดการองค์กร ผู้นำกลุ่มไม่สามรถทำไม้กวาดได้แต่สามารถบริหารจัดการกลุ่มให้ขับเคลื่อนไปได้ ด้านการผลิตกลุ่มมีการสั่งซื้อวัตถุดิบจากภายนอกชุมชนทำให้มีต้นทุนในการผลิตที่สูง ด้านการตลาดยอดขายของกลุ่มในแต่ละเดือนยังไม่เพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มที่จะลดลงทำให้ส่งผลต่อรายได้ของกลุ่ม ด้านระบบบัญชีและการเงินกลุ่มมีการจดบันทึกบัญชีรายรับ-รายจ่ายแบบง่าย ๆ ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับหน่วยงานภายนอกมีหน่วยงานภาครัฐส่งเสริมการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้กับกลุ่มอาชีพเพื่อเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเครือข่าย ด้านองค์ความรู้ของกลุ่ม กลุ่มมีการนำความรู้เดิมในการทำไม้กวาดมาปรับใช้กับการศึกษาดูงานนอกพื้นที่แต่ทางสมาชิกยังไม่สามารถผลิตไม้กวาดได้ทุกขั้นตอน จึงมีการร่วมกันคิดหาแนวทางในการพัฒนากลุ่ม โดยเน้นการแก้ไขจุดอ่อนของกลุ่มและมุ่งพัฒนาได้แนวทางในการพัฒนาดังนี้ ผู้นำกลุ่มควรมีการฝึกทำไม้กวาดด้วยตนเองและมีการประชาสัมพันธ์เชิญชวนผู้ที่สนใจ ประธานกลุ่มได้มีการจัดการวางแผนการผลิตโดยการสำรองวัตถุดิบในการผลิตเพื่อให้เพียงพอต่อการสั่งซื้อสอดคล้องกับหลักการจัดการของธงชัย สันติวงษ์ (2543) ได้กล่าวว่ากระบวนการที่ทำให้บรรลุเป้าหมายขององค์กรหรือกลุ่มโดยใช้การวางแผน หน่วยงานภาครัฐควรสนับสนุนวิทยากรในการผลิตสินค้ารูปแบบอื่นเพื่อเป็นการสร้างความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม เหรัญญิกของกลุ่มต้องเรียนรู้การจัดทำบัญชีของกลุ่มด้วยตนเองและมีการปรึกษากับคณะกรรมการกลุ่มและสมาชิกกลุ่มเพื่อวางแผนการเงินให้สอดคล้องกับการผลิต มีการเรียบเรียงองค์ความรู้ของกลุ่มโดยให้สมาชิกรวมกันออกแบบขั้นตอนและเขียนเป็นขั้นตอน การทำไม้กวาดพร้อมกับทำสื่อในการนำเสนอของกลุ่ม

สรุปผลการศึกษา

กลุ่มทำไม้กวาดจากดอกก่ง บ้านทุ่งขาม ตำบลไชยสถาน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน มีสมาชิกกลุ่มจำนวน 18 ราย สมาชิกภายในกลุ่มมีองค์ความรู้พื้นฐานเดิมในการทำไม้กวาดจากดอกก่งได้อาศัยเวลาและประสบการณ์ในการทำไม้กวาดจากดอกก่งจนมีไม้กวาดที่เป็นสินค้าที่แข็งแรงทนทานและเป็นเอกลักษณ์ของกลุ่ม

จากการศึกษาศักยภาพในด้านต่าง ๆของกลุ่มมีดังนี้ ผู้นำกลุ่มสามารถบริหารจัดการกลุ่มได้ดี คณะกรรมการและสมาชิกมีความเข้มแข็ง กลุ่มมีต้นทุนในการผลิตที่สูง ยอดขายของกลุ่มในแต่ละเดือนยังไม่เพิ่มขึ้น กลุ่มมีการจดบันทึกบัญชีรายรับ-รายจ่ายแบบง่าย ๆ มีหน่วยงานภาครัฐส่งเสริมการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้กับกลุ่มอาชีพเพื่อเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเครือข่าย ความรู้ของกลุ่มยังไม่มีการเรียบเรียงองค์ความรู้ออกมาเป็นลายลักษณ์อักษร

โดยแนวทางในการพัฒนากลุ่มมีการดำเนินงานภายใต้โครงสร้างกลุ่มมีคณะกรรมการกลุ่มเป็นผู้วางแผนการผลิตให้เพียงพอต่อยอดการสั่งซื้อตลอดทั้งปี หาช่องทางในการประชาสัมพันธ์สินค้าทั้งภายในชุมชนและภายนอกชุมชนเพื่อขยายช่องทางการตลาดของกลุ่ม พร้อมให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาช่วยสนับสนุนเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ สมาชิกกลุ่มร่วมเรียนรู้แบบฟอร์มการทำบัญชีของกลุ่มไปพร้อมกัน ทางคณะกรรมการกลุ่มได้มีการเรียบเรียงองค์ความรู้ในการทำไม้กวาดออกมาเป็นขั้นตอนพร้อมกับช่วยกันออกแบบสื่อใช้ประกอบการเป็นวิทยากรเมื่อออกไปเผยแพร่ความรู้ ซึ่งแนวทางในการพัฒนาที่ได้ร่วมกันคิดทางกลุ่มจะดำเนินการต่อภายในอนาคตเพื่อให้กลุ่มมีความเข้มแข็งและขับเคลื่อนกลุ่มไปข้างหน้าได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

ทางกลุ่มควรพัฒนาในด้านการสร้างความร่วมมือระหว่างระหว่างกลุ่มทำไม้กวาดบริเวณใกล้เคียงเพื่อนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ข้อมูลข่าวสาร ประสบการณ์ แล้วพัฒนาไปสู่การวางแผนร่วมกัน ดำเนินกิจกรรมบางอย่างร่วมกันจะทำให้กิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เกียรติศักดิ์ แก้วมหาชัย.2550. **แรงจูงใจในการเลือกประกอบอาชีพเสริมของชาวนาในเขตตำบล เชียงหวาง อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาเพื่อการพัฒนามนุษย์และสังคมบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

คณิดา ไกรสันติ และ รัสมนต์ คำศรี.2558. **ศักยภาพการบริหารจัดการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสุชาวดี ตำบลปริก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา**. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์ ครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

จุฑา จิตวงศ์ภักดี. 2561. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน บ้านวังตาว ตำบลสะเนียน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน**.รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รพ สิทธิรัตน์ .2561.ประธานกลุ่ม. **สัมภาษณ์**, 5 กันยายน 2561.

ธงชัย สันติวงษ์.2543. **หลักการจัดการ**. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

สุภัตรา แก้วก่ำคำ .2561.รองประธานกลุ่ม. **สัมภาษณ์**, 25 สิงหาคม 2561.

ศรีทอน เรืองหล้า.2561. เหรัญญิกกลุ่ม. **สัมภาษณ์**, 25 สิงหาคม 2561.

อติกานต์ ขัดเขียว.2561.สมาชิกกลุ่ม.**สัมภาษณ์**, 8 กันยายน 2561.

การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

Freasibility Study of Community-Based Tourism Management Tum Kao Pul Chumco Sub-District, Pathio District, Chumphon Province

ฐิติพร บุญชู[1*] และ พีรชัย กุลชัย[1]

Thitiporn Boonchu[1*] and Peerachai Kullachai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาศักยภาพและข้อจำกัดของทรัพยากรการท่องเที่ยวในชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู ประเมินความเป็นไปได้ในการจัดทำการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู และทดลองออกแบบโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ผ่านเครื่องมือศึกษาชุมชน การสัมภาษณ์ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และการสนทนากลุ่ม การศึกษาพบว่า บ้านถ้ำเขาพลูมีจำนวนประชากร 506 คน 182 ครัวเรือน มีเขาพลูเป็นภูเขาประจำหมู่บ้าน มีทรัพยากรการท่องเที่ยวภายในชุมชน ได้แก่ วัดถ้ำเขาพลู เขาพลู ร้านสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เกษตรหนึ่งไร่หนึ่งแสน และภูมิปัญญา บ้านถ้ำเขาพลูมีศักยภาพด้านพื้นที่ ทรัพยากร และองค์กรชุมชน ที่เอื้อต่อการจัดการท่องเที่ยว จึงมีความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน แต่ต้องมีการปรับปรุงสถานที่ และเตรียมความพร้อมในเรื่องความรู้ความเข้าใจการท่องเที่ยวโดยชุมชนเพิ่มเติม บ้านถ้ำเขาพลูจะมีการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่มีประสิทธิภาพอีกหมู่บ้านหนึ่ง

ABSTRACT

The objectives of this research were to potential and limitation of tourism resources of Tam Kao Plu community, studied in order to evaluate possibilities of community-based tourism management Ban Tam Kao Plu community, experimental design of tourism program by Tam Kao Plu community by using qualitative research methodology and gathered the data by social study devices, interview, participatory observation and focus group . The study shows that there were 506 population, 182 family. There was a mountain located in the village area called, Plu Mt. There were may tourism resources in the community such as Tam Kao Plu Temple, Plu Mt. , One Tambon One Product store, agricultural area and knowledge. Tam Kao Plu community had potential in many including as geography, resources, community organization which can benefit in tourism prospect. Therefore, creating tourism management was possible but renovation and knowledge preparation were required. Tam Kao Plu could have local tourism management and become an effective community.

* Corresponding author ; e-mail address: khao_blueboice@hotmail.co.th

[1]ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Agricultural Development and Resource Management , Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute Technology Ladkabang , Bangkok 10520

คำนำ

การท่องเที่ยวโดยชุมชน (Community Based Tourism) เป็นการท่องเที่ยวที่คำนึงถึงความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม สังคม และวัฒนธรรม กำหนดทิศทางโดยชุมชน จัดการโดยชุมชนเพื่อชุมชน และชุมชนมีบทบาทเป็นเจ้าของมีสิทธิในการจัดการดูแลเพื่อให้เกิดการเกรียนรู้แก่ผู้มาเยือน โดยมองว่าการท่องเที่ยวต้องทำงานครอบคลุม 5 ด้าน พร้อมกัน ทั้งการเมือง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม โดยมีชุมชนเป็นเจ้าของและมีส่วนในการจัดการ (พจนา สวนศรี, 2546)

ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มีลักษณะทั่วไปเป็นที่ราบชายฝั่งทะเล มีพื้นที่ราบสูงสลับกับเนินเขาขนาดย่อม แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนบนฝั่ง หรือที่ชาวบ้านเรียกกว่าชุมโค และส่วนชายฝั่ง มีจำนวนประชากรทั้งสิน 9,537 คน 1,896 ครัวเรือน มีหมู่บ้านทั้งหมด 14 หมู่บ้าน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำสวนปาล์ม ยางพารา ประมง และรับจ้างทั่วไป

พื้นที่หมู่ 3 บ้านถ้ำเขาพลู เป็นหมู่บ้านหนึ่งที่อยู่ในตำบลชุมโค มีจำนวนประชากร 506 คน 182 ครัวเรือน พื้นที่ส่วนใหญ่ของหมู่บ้านทำการเกษตร อาชีพหลัก คือ ปลูกปาล์มน้ำมัน ยางพารา และมะพร้าว อาชีพรอง คือ รับจ้าง รายได้หลักของคนในชุมชนจึงมาจากการทำเกษตร ลักษณะโดยทั่วไปของชุมชนเป็นพื้นที่ราบสูงสลับกับภูเขาขนาดย่อม มีเขาพลูเป็นภูเขาประจำหมู่บ้าน เขาพลูเป็นเขาที่มีต้นพลูขึ้นเป็นจำนวนมาก มีเนื้อที่ประมาณ 303 ไร่ หรือประมาณ 0.48 ตารางกิโลเมตร บนเขาพลูมีสัตว์อาศัยอยู่ เช่น คูรำ และค่างแว่นถิ่นใต้ ภายในเขาพลูมีถ้ำที่น้ำสามารถไหลผ่านได้ เรียกว่า ถ้ำน้ำลอด ซึ่งน้ำจะไหลจากหลังเขาไปยังหน้าเขา และบริเวณหน้าเขามีที่พักสงฆ์ถ้ำน้ำลอดตั้งอยู่ ภายในมีรูปหล่อของหลวงปู่จีต ซึ่งเป็นที่เคารพนับถือของชาวบ้านในพื้นที่และบริเวณโดยรอบ บ้านถ้ำเขาพลูมีวัดประจำหมู่บ้านชื่อว่า วัดถ้ำเขาพลู ภายในวัดมีพ่อปู่หลักเมืองซึ่งเป็นที่สักการบูชาของชาวบ้าน มีจุดชมค่างแว่นที่สามารถให้อาหารกับค่างแว่นได้โดยตรง และมีบ่อน้ำศักดิ์สิทธิ์ที่มีน้ำหยดลงมาจากหินในถ้ำตลอดทั้งปี นอกจากนี้ยังมีประเพณีวัฒนธรรมที่เกี่ยวกับเขาพลูอีกคือ ประเพณีปิดทองแก้สินบนบวชขึ้นถ้ำเขาพลู ตรงกับวันขึ้น 14 ค่ำ ถึง แรม 1 ค่ำ เดือน 6 ของทุกปี และบ้านถ้ำเขาพลูยังมีความรู้และภูมิปัญญาของชุมชน ได้แก่ การตีเหล็ก หมอจับเส้น และการทำไม้กวาดดอกหญ้า ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดจากบรรพบุรุษมาจนถึงคนในปัจจุบัน จากจุดเด่นของชุมชนบ้านถ้ำเขาพลูที่กล่าวมาทำให้ทางคณะกรรมการหมู่บ้านมีการประชุมหารือและมีความต้องการที่จะนำเสนอความหลากหลายของจุดเด่นของหมู่บ้านผ่านการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน โดยมีเป้าหมายให้ชุมชนเกิดความเข้มแข็ง เกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และให้คนในชุมชนมีรายได้จากการทำการท่องเที่ยว แต่เนื่องจากคณะกรรมการหมู่บ้านยังไม่มีประสบการณ์ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ดังนั้นเพื่อให้เกิดการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างถูกต้องและเหมาะสม จึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนเป็นลำดับแรก ผู้ทำวิจัยจึงมีความสนใจการทำวิจัย เรื่อง ความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน วัดถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาศักยภาพและข้อจำกัดของทรัพยากรการท่องเที่ยวในชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู
2. เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการจัดทำการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู
3. เพื่อทดลองออกแบบโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู

วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่องความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ คือ คณะกรรมการหมู่บ้าน หมู่ที่ 3 บ้านถ้ำเขาพลู จำนวน 14 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ปฏิทินชุมชน แผนที่

ขั้นตอนในการศึกษา

ขั้นที่ 1 จัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและบริบทของชุมชน ด้วยเครื่องมือปฏิทินชุมชน และแผนที่ ซึ่งได้ดำเนินงานตามขั้นตอนวันที่ 6 กันยายน 2561

ขั้นที่ 2 จัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อรวบรวมข้อมูล ศักยภาพและข้อจำกัดของทรัพยากรการท่องเที่ยวในชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู เป้าหมายและแรงจูงใจของชุมชนในการทำการท่องเที่ยวโดยชุมชน ผลกระทบเชิงบวกและผลกระทบเชิงลบของการท่องเที่ยว แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประเมินความเป็นไปได้ในการจัดทำท่องเที่ยวโดยชุมชน ซึ่งได้ดำเนินงานตามขั้นตอนวันที่ 21 กันยายน 2561

ขั้นที่ 3 เดินทางไปศึกษาดูงานการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่บ้านพังเหา ต.ปังหวาน อ.พะโต๊ะ จ.ชุมพร เพื่อให้ชุมชนบ้านถ้ำเขาพลูได้พูดคุยแลกเปลี่ยน และเรียนรู้การทำท่องเที่ยวโดยชุมชนจากหมู่บ้านที่มีประสบการณ์ ซึ่งได้ดำเนินงานตามขั้นตอนวันที่ 10 ตุลาคม 2561

ขั้นที่ 4 จัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus group) ทดลองออกแบบโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่เหมาะสมกับบ้านถ้ำเขาพลู ซึ่งได้ดำเนินงานตามขั้นตอนวันที่ 12 ตุลาคม 2561

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยการสัมภาษณ์ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และเครื่องศึกษาชุมชนชุมชน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์จำแนก และจัดระบบข้อมูลตามประเด็นที่ศึกษา เพื่อให้เข้าใจง่ายและนำเสนออย่างเป็นระบบ

การประเมินความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน นำข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่มในหัวข้อ 1) ศักยภาพและข้อจำกัดของทรัพยากรการท่องเที่ยวในชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู 2) โอกาสและความเสี่ยงของการท่องเที่ยว มาประกอบกับการศึกษาข้อมูลองค์ประกอบการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน แล้วนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวร่วมกับชุมชน

ระยะเวลาในการดำเนินงานระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง ตุลาคม 2561

ผลและอภิปรายผล

ข้อมูลพื้นฐานและบริบทของชุมชน

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของชุมชน ด้วยเครื่องมือปฏิทินชุมชน และแผนที่ (Figure 1) ผลการศึกษาพบว่า บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มีประชากรทั้งหมด 506 คน 182 หลังคาเรือน บ้านถ้ำเขาพลูเป็นชุมชนเกษตรกรรม ชาวบ้านโดยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยมีพืชหลัก ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน และยางพารา กิจกรรมการเพาะปลูกอื่น ๆ เช่น มะพร้าวน้ำหอม และเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ โคเนื้อ จิ้งหรีด ไก่ไข่ และปลาดุก บ้านถ้ำเขาพลูเป็นชุมชนพื้นที่ราบสูงสลับกับภูเขาขนาดย่อม มีเขาพลูเป็นภูเขาประจำหมู่บ้าน เขาพลูเป็นเขาที่มีต้นพลูขึ้นเป็นจำนวนมาก มีเนื้อที่ประมาณ 303 ไร่ หรือประมาณ 0.48 ตารางกิโลเมตร

ภายในชุมชนมีแหล่งน้ำที่ชาวบ้านขุดขึ้นเองหลายแหล่ง มีโรงเรียน 1 แห่ง วัด 1 แห่ง ที่พักสงฆ์ 1 แห่ง และมีพื้นที่ทำการเกษตรอยู่รอบ ๆ ชุมชน ด้านวัฒนธรรมของบ้านถ้ำเขาพลู มีวัฒนธรรมท้องถิ่นที่เหมือนกันชุมชนทางภาคใต้ทั่วไป แต่จะมีประเพณีที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชน คือ ประเพณีปิดทองแก้สินบนบวชขึ้นถ้ำเขาพลู จัดตรงกับขึ้น 14 ค่ำ ถึง วันแรม 1 ค่ำ เดือน 6 ของทุกปี

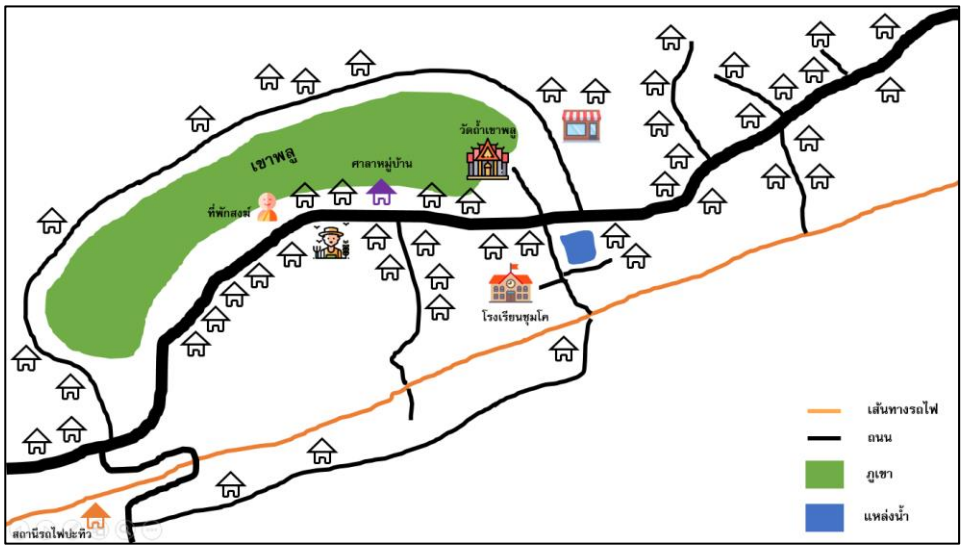


Figure 1 Map of Ban Tum Kao Plu

ประเมินความเป็นไปได้ในการจัดทำการท่องเที่ยวโดยชุมชน

1.**ศักยภาพของทรัพยากรการท่องเที่ยวในชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู** ชุมชนบ้านถ้ำเขาพลูมีทรัพยากรทางธรรมชาติ และทรัพยากรภายในชุมชนที่น่าสนใจ ได้แก่ บ่อน้ำทิพย์ เขาพลู และค่างแว่น จากการสำรวจทรัพยากรภายในชุมชนบ้านถ้ำเขาพลูที่ได้รับการเสนอเป็นแหล่งท่องเที่ยว

วัดถ้ำเขาพลู มีพื้นที่ภายในวัดกว้าง อยู่ติดกับเขาพลูซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของค่างแว่นถิ่นใต้ โดยคนที่ผ่านไปมาสามารถให้อาหารค่างแว่นได้ และยังเป็นสถานที่รวบรวมสิ่งศักดิ์สิทธิ์คู่บ้านคู่เมืองที่คนต่างถิ่นรู้จักไว้ ได้แก่ หลวงปู่จีต บ่อน้ำศักดิ์สิทธิ์ที่มีน้ำหยดลงมาจากหินในถ้ำตลอดทั้งปี และพระหลักเมือง

เขาพลู เป็นภูเขาที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีสัตว์ป่าอาศัยอยู่ เช่น คูรำ ค่างแว่น มีเส้นทางเดินธรรมชาติที่สามารถเดินรอบเขาเพื่อเยี่ยมชมธรรมชาติได้ ภายในเขาพลูมีถ้ำที่ชาวบ้านเรียกว่า ถ้ำน้ำลอด ซึ่งเป็นทางสำหรับน้ำไหลผ่าน และบริเวณภายในถ้ำสามารถชมหินงอกหินย้อยได้

ร้านสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เป็นที่จำหน่ายสินค้าที่ชุมชนผลิตขึ้นมาเอง ภายในมีสินค้า ได้แก่ สบู่ชาโคล และน้ำมันมะพร้าว โดยการทำสบู่ชาโคลชาวบ้านจะผลิตถ่านชาโคลที่เป็นส่วนผสมของสบู่ขึ้นมาเอง และมะพร้าวที่นำมาทำน้ำมันมะพร้าวเป็นมะพร้าวที่รับซื้อจากภายในชุมชน

เกษตรหนึ่งไร่หนึ่งแสน เป็นพื้นที่ที่ทำเกษตรแบบผสมผสาน สามารถเข้ามาศึกษาเรียนรู้ได้ *“น่าจะได้ เพราะคนมองอยู่ตลอด แล้วพี่ก็ทำจริง”* (วนิดา ทิพย์คีรี, สัมภาษณ์, 17 ตุลาคม 2561)

ภูมิปัญญาพื้นบ้าน บ้านถ้ำเขาพลูเป็นหมู่บ้านหนึ่งที่มีภูมิปัญญาที่เริ่มจะหาได้ยากในปัจจุบัน อย่างเช่น การตีเหล็ก และหมอจับเส้น ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดต่อกันมาจากบรรพบุรุษ และมีความรู้ในเรื่องการทำไม้กวาดดอกหญ้า

2.ข้อจำกัดของทรัพยากรการท่องเที่ยวในชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู

วัดถ้ำเขาพลู เป็นสถานที่ที่มีความเก่าแก่ มีอายุประมาณ 236 ปี ทำให้ยังไม่มีคนทราบประวัติที่ชัดเจน และคอยแนะนำสถานที่ให้กับผู้ที่มาท่องเที่ยวได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังขาดคนรุ่นใหม่ที่ให้ความสนใจ

เขาพลู สภาพในปัจจุบันไม่ปลอดภัยมากนัก เนื่องจากไม่ค่อยมีผู้ให้ความสนใจ หากจะมีการใช้ประโยชน์จากเขาพลู จะต้องมีการปรับปรุงสถานที่ และมีระบบความปลอดภัยควบคู่ไปด้วย

ร้านสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ภายในมีสินค้า ได้แก่ สบู่ชาโคล และน้ำมันมะพร้าว แต่ร้านสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของชุมชนอยู่ในช่วงกำลังเริ่มก่อตั้ง และขอเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์กับทางจังหวัด ทำให้ยังมีสินค้าภายในร้านไม่หลากหลาย

เกษตรหนึ่งไร่หนึ่งแสน สถานที่บริเวณโดยรอบคับแคบ มีพื้นที่รองรับผู้ที่มาเยี่ยมไม่มากนัก

ภูมิปัญญาพื้นบ้าน ภูมิปัญญาของบ้านถ้ำเขาพลูที่สืบต่อกันมาเป็นภูมิปัญญาที่มีการนับถือครู การจะทำพิธีในแต่ละครั้งต้องมีฤกษ์ ทำให้ไม่สามารถต้อนรับผู้ที่มาท่องเที่ยวได้ตลอด และยังขาดผู้สืบทอดภูมิปัญญา

3.เป้าหมายการทำการท่องเที่ยวโดยชุมชน เป็นการระดมความคิดเห็นของชาวบ้านเพื่อให้ชาวบ้านไตร่ตรองว่าต้องการเรื่องท่องเที่ยวเพื่ออะไร บ้านถ้ำเขาพลูมีเป้าหมายและแรงจูงใจในการทำการท่องเที่ยวโดยชุมชน คือ เพื่อให้ชาวบ้านในชุมชนมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นจากการสร้างงาน สร้างรายได้ที่มาจากการทำท่องเที่ยวโดยชุมชน ได้เผยแพร่ของดีประจำชุมชนให้บุคคลภายนอกได้รับรู้ และสร้างการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนให้เห็นความสำคัญของการอนุรักษ์วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมภายในชุมชนให้คงอยู่ต่อไป

"ถ้าบ้านเรามีรายได้ พี่ว่าปากท้องก็จะดีขึ้นด้วย" (สิทธิ์ชัย ลิบลับ, สัมภาษณ์, 21 กันยายน 2561)

4.โอกาสและความเสี่ยงของการท่องเที่ยว

การวิเคราะห์โอกาสและความเสี่ยง เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการประกอบการตัดสินใจ โดยมีประเด็นที่ใช้ในการศึกษา 6 ประเด็น

นักท่องเที่ยว สนใจการท่องเที่ยวโดยชุมชนมากขึ้น มีโอกาสเข้ามาใช้จ่าย ซื้อสินค้าภายในชุมชน แต่การเข้ามาของนักท่องเที่ยวอาจจะไม่ได้มีการติดต่อล่วงหน้า

เส้นทางที่เกี่ยวข้อง บ้านถ้ำเขาพลูอยู่ใกล้เคียงกับบ้านหินกบ ซึ่งมีพื้นที่ติดกับทะเล และมีแหล่งท่องเที่ยวที่น่าสนใจดึงดูดนักท่องเที่ยว ทำให้หมู่ที่ 3 มีโอกาสได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยวที่มาท่องเที่ยวในหมู่ที่ 6

การคมนาคม บ้านถ้ำเขาพลูอยู่ติดกับตัวอำเภอปะทิว ซึ่งมีการให้บริการขนส่งสาธารณะ ได้แก่ รถไฟ และอยู่ห่างจากสนามบินชุมพรประมาณ 10 กิโลเมตร แต่ในชุมชนยังไม่มีการให้บริการของรถโดยสารประจำทาง

ความร่วมมือ ทางชุมชนให้ความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกเป็นอย่างดี และผู้ใหญ่บ้านของบ้านถ้ำเขาพลูเป็นที่รู้จักของบุคคลภายนอก ทำให้สามารถติดต่อประสานงานกับหน่วยงานภายนอกได้ดี

การแข่งขัน ชุมชนบ้านถ้ำเขาพลูมีทรัพยากรภายในชุมชนที่เป็นเอกลักษณ์ และแตกต่างไปจากที่อื่น เช่น หลวงปูจีต บ่อน้ำทิพย์ และค่างแว่น แต่ในขณะเดียวกันชุมชนใกล้เคียงกับบ้านถ้ำเขาพลูก็มีการทำท่องเที่ยวเช่นกัน ทำให้มีโอกาสในการแข่งขันกันสูง

นโยบายรัฐ มีนโยบายของรัฐส่งเสริมการท่องเที่ยว คือ ปีการท่องเที่ยววิถีไทย เก๋ไก๋อย่างยั่งยืน เป็นสนับสนุนการท่องเที่ยวโดยนำรายได้สู่ประชาชน แต่นโยบายของรัฐก็จะมีการปรับเปลี่ยนไปตามยุคสมัย

การประเมินความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของบ้านถ้ำเขาพลู เป็นการนำข้อมูลจากการศึกษาบริบทชุมชน การสำรวจทรัพยากรการท่องเที่ยวภายในชุมชนแล้วนำมาวิเคราะห์ศักยภาพ และ

การวิเคราะห์โอกาสและความเสี่ยงในการท่องเที่ยว วิเคราะห์เนื้อหาผ่านการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม และร่วมกันประเมินความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของบ้านถ้ำเขาพลูร่วมกับชุมชน จากการร่วมกันวิเคราะห์พบว่า บ้านถ้ำเขาพลูมีความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน เพราะชุมชนมีศักยภาพด้านพื้นที่ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรม ศักยภาพด้านบุคคล ได้แก่ ปราชญ์ และการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนต่อการพัฒนา ซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ถึงแม้จะต้องมีการปรับปรุงสถานที่ และพัฒนาในด้านความเสี่ยงของของการท่องเที่ยว แต่โดยรวมไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรภายในชุมชน วัฒนธรรมประเพณี องค์กรชุมชน และชาวบ้านในชุมชนก็เห็นด้วยที่จะให้ความร่วมมือในการเป็นสถานที่ท่องเที่ยว เช่น เกษตรหนึ่งไร่หนึ่งแสน รวมไปถึงความต้องการของชุมชนที่จะทำให้เกิดการท่องเที่ยวให้ได้ จึงมีความเป็นไปได้ที่ชุมชนจะสามารถทำให้เกิดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของบ้านถ้ำเขาพลู อีกทั้งชุมชนยังมีความสนใจและพร้อมเดินหน้าทำการท่องเที่ยว

"บ้านเราทำได้ แต่ใช้เวลา เพราะยังไม่มีอะไรเลย เราเพิ่งเริ่มต้น ค่อย ๆ เป็น ค่อย ๆ ไป" (สายทิพย์ เหมือนจิตร, สัมภาษณ์, 17 ตุลาคม 2561)

5.ศึกษาดูงานด้านการท่องเที่ยวโดยชุมชน

จากการประเมินความเป็นได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนพบว่า บ้านถ้ำเข้าพลูมีความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน จึงได้นำคณะกรรมการในหมู่บ้านบ้านถ้ำเขาพลูไปศึกษาดูงานที่บ้านพังเหา ต.ปังหวาน อ.พะโต๊ะ จ.ชุมพร เป็นการเดินทางไปเรียนรู้และพูดคุยแลกเปลี่ยนกับชุมชนบ้านพังเหาในเรื่องการทำท่องเที่ยวโดยชุมชน เพื่อนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาใช้ในการทำการท่องเที่ยวโดยชุมชนของบ้านถ้ำเขาพลู ก่อนเดินทางไปได้มีการกำหนดเป้าหมายของการไปดูงานในครั้งนี้ โดยบ้านถ้ำเขาพลูมีเป้าหมายคือต้องการไปเรียนรู้รูปแบบการดำเนินงานในการทำท่องเที่ยว ไม่ว่าจะเป็น การเล่าเรื่องของมัคคุเทศก์ การต้อนรับนักท่องเที่ยว การจัดการฐานการเรียนรู้ การนำเสนอขายสินค้า และหลังจากการไปศึกษาดูงานแล้วได้มีการสรุปสิ่งที่ได้พบว่า ชุมชนบ้านถ้ำเขาพลูได้เรียนรู้การจัดการท่องเที่ยวที่จะสามารถนำมาปรับใช้กับบ้านถ้ำเขาพลู เช่น การต้อนรับนักท่องเที่ยว การทำฐานการเรียนรู้ภายในชุมชน การเป็นมัคคุเทศก์แนะนำสถานที่ เป็นต้น ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนถึงจุดเริ่มต้นการทำท่องเที่ยวของบ้านพังเหา และได้เรียนรู้ข้อบกพร่องของชุมชนตนเองจากการไปศึกษาดูงาน ทำให้มองเห็นจุดที่ต้องปรับปรุงพัฒนาภายในชุมชน

"เราไปแล้วได้เห็นข้อบกพร่องของเขา เราก็เอามาปรับกับบ้านเรา อย่างของที่เขาเตรียมมาขายเราก็มีน้อย ถ้าเป็นพี่พี่เอามาอีก" (สิทธิ์ชัย ลิบลับ, สัมภาษณ์, 12 ตุลาคม 2561)

6.ทดลองออกแบบโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน

จากการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่มย่อย เพื่อทดลองออกแบบโปรแกรมการท่องเที่ยวของบ้านถ้ำเขาพลู เป็นการกำหนดสถานที่ และกิจกรรมที่สามารถทำได้ในแต่ละที่ พบว่าสถานที่แรกที่ชุมชนจะให้เป็นจุดเริ่มต้นของโปรแกรมคือ วัดถ้ำเขาพลู สถานที่ต่อมาคือแหล่งภูมิปัญญาท้องถิ่น ร้านสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เขาพลูโดยเขาพลู ทางชุมชนได้กำหนดกิจกรรมออกมา 3 อย่างให้นักท่องเที่ยวเลือกทำกิจกรรมตามความถนัด หรือความชื่นชอบของแต่ละคณะ และสถานที่สุดท้ายคือเกษตรหนึ่งไร่หนึ่งแสน โดยการเลือกลำดับสถานที่นั้นทางชุมชนดูจากความใกล้ไกลของสถานที่ ทำให้นักท่องเที่ยวสามารถท่องเที่ยวได้ทั่วทั้งหมู่บ้าน โปรแกรมนี้เป็นเพียงโปรแกรมที่ทางชุมชนออกแบบขึ้นมา แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการ หรือความพึงพอใจของผู้ที่มาว่าจะทำกิจกรรมตามที่ชุมชนออกแบบไว้ หรือจะกำหนดขึ้นมาเองก็ได้ตามทรัพยากรที่ชุมชนมี (Figure 2)

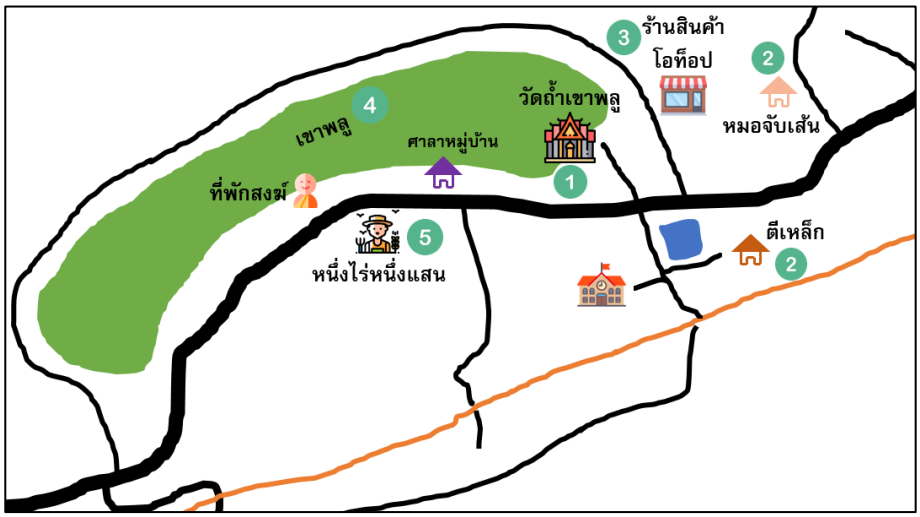


Figure 2 Tourism Programs of Ban Tum Kao Pul

อภิปรายผลการศึกษา

บ้านถ้ำเขาพลูเป็นชุมชนเกษตรกรรม มีพื้นที่ราบสูงสลับกับภูเขาขนาดย่อม มีทรัพยากรทางธรรมชาติที่หลากหลาย และประเพณีที่เป็นเอกลักษณ์ประจำชุมชนที่สืบทอดมาจากบรรพบุรุษ บ้านถ้ำเขาพลูมีศักยภาพด้านทรัพยากรการท่องเที่ยว สอดคล้องกับ พิมพ์ลภัส พงศกรรังศิลป์ (2557) ทรัพยากรการท่องเที่ยวเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการการท่องเที่ยวชุมชน มีศักยภาพเชิงพื้นที่ และมีจุดแข็งตรงที่เข้าถึงชุมชนได้ง่าย อยู่ใกล้กับอำเภอ และมีการคมนาคมที่สะดวก ชาวบ้านในชุมชนมีความสามัคคี ให้ความร่วมมือในกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน รวมไปถึงการมีส่วนร่วมของชาวบ้านในการวิเคราะห์ศักยภาพของชุมชน เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการจัดท่องเที่ยวโดยชุมชนที่กำลังจะเกิดขึ้นนี้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการมีส่วนร่วมของ วันชัย วัฒนศัพท์ (2546) หลักของการมีส่วนร่วมในความหมายของการบริหารจัดการจะมีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับการตัดสินใจ นั่นคือ การมีส่วนร่วมจะนำไปสู่การตัดสินใจอย่างมีคุณค่าและอย่างชอบธรรม การท่องเที่ยวโดยชุมชนของบ้านถ้ำเขาพลูมาจากความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง ชุมชนมีความรู้สึกเป็นเจ้าของ ทรัพยากรภายในชุมชนมีศักยภาพพอที่จะทำท่องเที่ยวโดยชุมชน แต่ชุมชนยังขาดความรู้ และความเข้าใจในเรื่องท่องเที่ยวชุมชนควรจะได้รับการอบรมในเรื่องการท่องเที่ยวโดยชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการวางแผน การบริการจัดการองค์กร การสื่อความหมาย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว หากชุมชนได้รับการฝึกอบรมและเรียนรู้เพิ่มเติม บ้านถ้ำเขาพลูก็จะมีความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนให้เกิดขึ้น

สรุปผลการศึกษา

ทรัพยากรภายในชุมชนบ้านถ้ำเขาพลูที่ได้รับการเสนอให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวประกอบด้วย วัดถ้ำเขาพลู เขาพลู ร้านสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เกษตรหนึ่งไร่หนึ่งแสน และภูมิปัญญาท้องถิ่น วัดถ้ำเขาพลูมีศักยภาพด้านทรัพยากร เป็นสถานที่รวบรวมสิ่งศักดิ์สิทธิ์คู่บ้านคู่เมืองที่คนต่างถิ่นรู้จักไว้ ได้แก่ หลวงปู่จีต พระหลักเมือง และบ่อน้ำศักดิ์สิทธิ์ แต่มีข้อจำกัดการขาดผู้บรรยายแนะนำสถานที่ เขาพลูมีศักยภาพด้านทรัพยากรที่มีความอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งที่อยู่ของมีสัตว์ป่า และมีถนนล้อมรอบสามารถเดินหรือปั่นจักรยานรอบเขาเพื่อเยี่ยมชมธรรมชาติ แต่มีข้อจำกัดในเรื่องการปรับปรุงสถานที่ให้ความปลอดภัย ร้านสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่ง

ผลิตภัณฑ์ มีศักยภาพด้านทรัพยากร ได้แก่ สบู่ซาโคล และน้ำมันมะพร้าว เป็นสินค้าที่มีการใช้วัตถุดิบจากภายในชุมชน เช่น การผลิตถ่านซาโคล มีข้อจำกัดที่อยู่ในช่วงกำลังเริ่มก่อตั้ง ยังมีสินค้าไม่หลากหลาย เกษตรหนึ่งไร่หนึ่งแสนมีศักยภาพด้านพื้นที่ มีการจัดสรรการใช้พื้นที่ในการทำเกษตรแบบผสมผสาน ผู้คนที่สนใจสามารถเข้ามาศึกษาเรียนรู้ มีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ที่จะใช้รองรับผู้ที่มาท่องเที่ยว ภูมิปัญญาพื้นบ้านมีศักยภาพด้านพื้นที่ เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นสืบทอดต่อกันมา ได้แก่ การตีเหล็ก หมอพื้นบ้าน และไม้กวาดดอกหญ้า มีข้อจำกัดที่บางภูมิปัญญามีฤกษ์ยามในการทำ จึงไม่สามารถต้อนรับผู้ที่มาท่องเที่ยวได้ตลอดทั้งปี

จากการประเมินความเป็นไปได้ร่วมกับชุมชน ประกอบกับการศึกษาข้อมูลองค์ประกอบการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ซึ่งประกอบด้วย ทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรมที่อุดมสมบูรณ์ และเป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น ได้แก่ ค่างแว่น บ่อน้ำศักดิ์สิทธิ์ หลวงปู่จีต และพระหลักเมือง องค์กรชุมชนที่มีปราชญ์ หรือผู้มีความรู้ ได้แก่ ช่างตีเหล็ก และหมอจับเส้น การจัดการที่มีกองทุนของชุมชนที่เอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชุมชน ได้แก่ กองทุนหมู่บ้าน การเรียนรู้ที่เป็นลักษณะการจัดกิจกรรมของการท่องเที่ยวสามารถสร้างการรับรู้ และความเข้าใจในวิถีชีวิตและวัฒนธรรมที่แตกต่างได้ เช่น ประเพณีแก้สินบนบีขึ้นถ้ำเขาพลู เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนข้างต้น และประเมินความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวร่วมกับชุมชนพบว่า บ้านถ้ำเขาพลูมีความเป็นไปได้ในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ชุมชนมีศักยภาพด้านพื้นที่และด้านบุคคล คนในชุมชนให้ความร่วมมือ ทรัพยากรการท่องเที่ยวภายในชุมชนมีความเหาะสม ชุมชนบ้านถ้ำเขาพลูมีความสามารถที่จะพัฒนาให้เกิดการท่องเที่ยวโดยชุมชนได้ แต่ต้องมีการเตรียมความพร้อมของชุมชนสำหรับการท่องเที่ยวที่จะเกิดขึ้นในเรื่อง การปรับปรุงสถานที่ และความรู้ความเข้าใจในเรื่องการท่องเที่ยวของคนในชุมชนเพิ่มเติม หากมีการเตรียมความพร้อมของชุมชนเกิดขึ้น บ้านถ้ำเขาพลูจะมีการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่มีประสิทธิภาพอีกหมู่บ้านหนึ่ง

การทดลองออกแบบโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านถ้ำเขาพลูพบว่า สถานที่เริ่มต้นคือ วัดถ้ำเขาพลู ต่อด้วยภูมิปัญญาพื้นบ้าน ร้านสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เขาพลู และสถานที่สุดท้ายเกษตรหนึ่งไร่หนึ่งแสน โดยโปรแกรมนี้เป็นเพียงโปรแกรมทางเลือกสำหรับผู้ที่มาท่องเที่ยว หากผู้ที่มาท่องเที่ยวมีกิจกรรมภายในชุมชนอย่างอื่นที่สนใจ ก็สามารถปรับเปลี่ยนโปรแกรมได้ตามความต้องการและความเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

พิมพ์ลภัส พงศกรรังศิลป์. 2557. “การจัดการการท่องเที่ยวชุมชนอย่างยั่งยืน : กรณีศึกษา บ้านโคกไคร จังหวัดพังงา.” **วารสารวิชาการ** Veridian E-Journal. 7(3) : 650-665.

พจนา สวนศรี. 2546. **คู่มือการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน**. โครงการท่องเที่ยวเพื่อชีวิตและธรรมชาติ, กรุงเทพฯ.

วนิดา ทิพย์คีรี. 2561. **สัมภาษณ์**, 17 ตุลาคม 2561.

วันชัย วัฒนศัพท์. 2546. **การมีส่วนร่วมเพื่อการพัฒนาองค์กร**. แหล่งที่มา: suthep.crru.ac.th/mgnt37.doc, 18 ตุลาคม 2561.

สายทิพย์ เหมือนจิตร. 2561. **สัมภาษณ์**, 17 ตุลาคม 2561

สิทธิ์ชัย ลิบลับ. 2561. **สัมภาษณ์**, 21 กันยายน 2561

การปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการเกษตรกร หมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

Modification of Oil Palm Cultivation Management on Principle Moo 4, Chumko Sub-District, Pathio District, Chumphon Province

ภิญญาภัทร ภู่ระหงษ์[1*] และ พีรชัย กุลชัย[1]

Pinyaphat Purahong[1*] and Peerachai Kullachai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร 2)ส่งเสริมองค์ความรู้การจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการ 3)ศึกษาการปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมคือ วิจัยเชิงปริมาณ เป็นแบบสัมภาษณ์ แบบทดสอบก่อน-หลังการอบรม และวิจัยเชิงคุณภาพเป็น แบบบันทึกการทำสวนปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาพบว่ามีกลุ่มเกษตรกรที่สนใจปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มจำนวน 11 ราย ส่วนใหญ่เป็นเพศชายอยู่ในช่วงอายุ 41-50 ปี ปัจจุบันเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันใช้ความรู้เดิมจึงได้มีการจัดถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับเกษตรกร โดยทดสอบความรู้จากการทำแบบทดสอบก่อน-หลังการอบรม พบว่า เกษตรกรมีความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิมคิดเป็นร้อย 14.5และ15.5 ตามลำดับ ส่วนการปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เริ่มมีการปรับเปลี่ยนการใส่ปุ๋ยให้ตรงกับความต้องการของปาล์มน้ำมันมากขึ้นจากเดิม

ABSTRACT

The aims of the study were 1) to study the basic information of farmers. 2) to promote the knowledge of oil palm cultivation management base on academic principle. 3) to study the modification of oil palm cultivation management. The research methodologies were to use the interview and pre-test and post-test after training as quantitative research, then using recording of oil palm cultivation for qualitative research. The study showed that eleven farmers were interested in changing the management of oil palm cultivation. Most of the group were male age around 41 to 50 years old. At the present day, farmers used their traditional knowledge to plant oil palm. After provided cognitive cultivation to farmers, according to pre-test and post-test, 14.5% and 15.5% of farmers gain more understanding in oil palm cultivation management. Moreover, after studied the oil palm cultivation management base on academic principle at post-test state, the findings indicated that most farmers began to change their way by using a fertilizer which more appropriates with palm oil.

Key Words : Modification, Cultivation Management, Participation

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

[1]ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Agricultural Development and Resource Management , Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute Technology Ladkabang , Bangkok 10520

คำนำ

ปาล์มน้ำมันถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ เป็นพืชที่เกษตรกรให้ความสนใจและมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้านองค์ความรู้การจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการของเกษตรมีทั้งที่ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้จากคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และวิทยากรตามบริษัทเอกชนต่าง ๆ แต่ในบางพื้นที่ยังขาดองค์ความรู้ในการดูแล จัดการสวนที่ถูกต้องและเหมาะสม เช่น การคัดเลือกพันธุ์ การปรับพื้นที่ การปลูก การดูแลจัดการภายในสวน การใส่ปุ๋ย รวมไปถึงการจัดทำบัญชีฟาร์ม ซึ่งสอดคล้องตามหลักของกรมวิชาการเกษตร ทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและคุณภาพของปาล์มน้ำมัน พื้นที่หมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่มีเกษตรกรที่ยังขาดองค์ความรู้ในการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของตนเอง (กรมวิชาการเกษตร, 2555)

ปัจจุบันตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพรมีทั้งหมด 14 หมู่บ้าน หมู่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร เป็นหนึ่งหมู่บ้านของตำบลชุมโค ซึ่งหมู่ 4 มีประชากรทั้งหมด 642 คน 236 ครัวเรือน (ข้อมูลประชากรที่ทำการเทศบาลตำบลชุมโค, 2561) ประชากรส่วนใหญ่จะมีอาชีพการเกษตรเป็นหลัก ซึ่งการทำเกษตรของเกษตรกรส่วนใหญ่จะปลูกพืชเชิงเดี่ยว พืชที่เป็นที่นิยมของเกษตรกรคือ ปาล์มน้ำมัน (สำนักงานเกษตรอำเภอปะทิว, 2561) ซึ่งการปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในพื้นที่หมู่ 4 มีการทำสวนปาล์มน้ำมันโดยใช้องค์ความรู้เดิมที่สะสมกันมา โดยไม่ได้มีการเข้ารับการอบรม หรือการส่งเสริมตามหลักวิชาการ จึงทำให้เกษตรกรที่ทำสวนปาล์มมีปัญหาเกิดขึ้นจากการทำสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งเกษตรกรไม่ได้มีการตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินเพื่อตรวจสอบว่าปาล์มน้ำมันยังขาดธาตุอาหารพืชชนิดใด หรือมีธาตุอาหารชนิดใดมากเกินไป จึงทำให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันใส่ปุ๋ยตามความเคยชิน ตามคำโฆษณาต่าง ๆ โดยไม่ทราบเลยว่าปุ๋ยที่ใส่ให้กับปาล์มน้ำมันเพียงพอหรือเกินความต้องการของต้นปาล์มน้ำมันในแต่ละต้น จึงทำให้ต้นทุนในการปลูกปาล์มน้ำมันสูง รายได้ไม่พอใช้ในครัวเรือน ด้วยเหตุนี้เองจึงมีเกษตรกรที่สนใจปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มตามหลักวิชาการจำนวน 11 ราย เข้ารับการส่งเสริมการการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการ เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาเรื่องต้นทุนที่สูง และเพื่อเป็นการปรับเปลี่ยนการทำสวนปาล์มให้ดี เพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นจากเดิม ทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวิจัยเรื่อง การปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการโดยการมีส่วนร่วมของเกษตรกรหมู่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรผู้ทำสวนปาล์มน้ำมันพื้นที่หมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

2. เพื่อส่งเสริมองค์ความรู้การจัดการสวนปาล์มน้ำมันเกษตรกรหมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

3. เพื่อศึกษาการปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการของเกษตรกรหมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่อง การปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการโดยการมีส่วนร่วมของเกษตรกรหมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร เป็นงานวิจัยแบบผสม (Mixed Method) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) ร่วมกับระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)

ประชากรในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันหมู่ 4 ที่สนใจเข้าร่วมปรับเปลี่ยน จำนวน 11 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ (เชิงปริมาณ) แบบสัมภาษณ์ (เชิงคุณภาพ)แบบบันทึกการทำสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการ

ผู้วิจัยทำการศึกษากับเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันทั้ง 11 ราย ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง ตุลาคม 2561

ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการทำสวนปาล์มน้ำมันแบบเดิมของเกษตรกรตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร โดยศึกษาข้อมูลพื้นฐานโดยทั่วไปของเกษตรกรกรผู้ทำสวนปาล์มน้ำมันหมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ใช้แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ที่สนใจจำนวน 11 ราย โดยมีสถิติร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์การทำสวนปาล์มน้ำมันแบบเดิมและส่งเสริมองค์ความรู้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน โดยมีการลงพื้นที่สอบถามวิธีการทำสวนปาล์มน้ำมันแบบเดิมของเกษตรกรแต่ละราย และจัดอบรมถ่ายทอดการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการ ซึ่งมีการทดสอบองค์ความรู้ก่อนการอบรมและหลังการอบรมในวันที่ 1 ตุลาคม 2561

ขั้นตอนที่ 3 ลงพื้นที่ติดตามผลถึงการปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน โดยใช้กระบวนการพูดคุยกันแบบมีส่วนร่วมหลังจากได้รับการอบรม และตรวจสอบการปรับเปลี่ยนจากการเช็คแต่ละขั้นตอนของหลักวิชาการแล้วเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับเปลี่ยน

ผลและอภิปรายผล

ข้อมูลพื้นฐาน

เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันที่สนใจเข้าร่วมการปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มตามหลักวิชาการ พื้นที่หมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร จำนวน 11 ราย เป็นเพศชายร้อยละ 63.64 และเป็นเพศหญิงร้อยละ 36.36 ช่วงอายุ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 45.46 รองลงมาช่วงอายุ 61-70 ปี คิดเป็นร้อยละ 27.27 รองลงมาช่วงอายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 18.18 และช่วงอายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 9.06 โดยมีการประกอบอาชีพหลัก คือ ทำสวนปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 100 ประกอบอาชีพรอง คือ เลี้ยงสัตว์ ร้อยละ 27.27 ค้าขายและรับจ้าง ร้อยละ 36.36 และไม่ประกอบอาชีพรอง ร้อยละ 36.36

การทำสวนปาล์มน้ำมันแบบเดิมของเกษตรกร

จากการการสัมภาษณ์การทำสวนปาล์มน้ำมันแบบเดิมของเกษตรทั้ง 11 ราย ได้ข้อมูลดังนี้

1. การคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมันของเกษตรกรแต่ละรายจะคัดเลือกพันธุ์จากการที่ศูนย์วิจัยพันธุ์ปาล์มสุราษฎร์ธานีได้เข้ามาส่งเสริมให้ปลูก ซึ่งพันธุ์ที่ได้เข้ามาส่งเสริม คือ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 นอกจากนี้ยังมีบริษัทต่าง ๆ ที่เข้ามาส่งเสริมเรื่องพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมต่อการค้า ซึ่งพันธุ์ที่เป็นที่นิยมของเกษตรกรสวนปาล์มน้ำมัน คือ พันธุ์เทเนอรา (TENERA) เนื่องจากพันธุ์เทเนอรา เป็นพันธุ์ที่ให้ลูกอย่างสม่ำเสมอ ลำต้นเตี้ย ลูกดก ทนแล้ง และเหมาะแก่การค้ามากที่สุด นอกจากนี้ยังมีเกษตรกรบางรายที่เลือกปลูกพันธุ์ ยังกัมบี (YANGAMBI)

"ที่เลือกปลูกพันธุ์ยังกัมบี เนื่องจาก อยากจะเปรียบเทียบพันธุ์เทเนอรากับพันธุ์ยังกัมบีว่าให้ผลผลิตที่แตกต่างกันหรือไม่ ปัจจุบันนี้ยังไม่เห็นผล เนื่องจากพึ่งลงกล้าพันธุ์ได้แค่ 2 ปี" สุวรรณ แซ่เซียว (สัมภาษณ์, 2 กันยายน 2561)

2. การเตรียมพื้นที่ในสวนปาล์มน้ำมันก่อนลงปลูก เกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้การไถปรับหน้าดินให้พื้นที่แต่ละที่ที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมัน เพื่อง่ายต่อการปลูกและดูแล และยังมีการกำจัดวัชพืชต่าง ๆ ในสวนปาล์มน้ำมันที่จะลงต้นกล้า นอกจากนี้ภายในแปลงของเกษตรกรส่วนใหญ่จะมีการวัดระยะในการขุดหลุมปลูก และเว้นระยะพื้นที่ภายในแปลง เพื่อให้รถสามารถวิ่งได้ ซึ่งลักษณะสวนปาล์มของแต่ละรายจะแตกต่างกันไป

3. การปลูกปาล์มน้ำมัน ระยะการปลูกของเกษตรกรแต่ละรายจะใช้ระยะการปลูกที่ไม่เท่ากัน โดยจะมีระยะการปลูกดังนี้ 8X8X8 เมตร จำนวน 6 แปลง 9X9X9 เมตร จำนวน 2 แปลง10X10X10 เมตร จำนวน 3 แปลง

"ระยะการปลูกแต่ละที่ก็ไม่เหมือนกันหรอก ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่แต่ละแปลง และความสะดวกของเจ้าของ อย่างแปลงผู้ใหญ่ก็ใช้ระยะ 8X8X8 เมตร เพราะที่บ้านปลูกมะละกอแซมด้วย" รุ่ง ดวงภุมเมศร์ (สัมภาษณ์, 2 กันยายน 2561)

4. ระบบน้ำของการทำสวนปาล์มน้ำมัน เกษตรกรใช้ระบบที่มาจากธรรมชาติ คือ รอน้ำฝน และมีบางรายที่ใช้น้ำจากฟาร์มสุกร

"บางครั้งช่วงฝนแล้ง น้ำไม่ค่อยมีก็ต้องใช้น้ำจากคอกหมู เพื่อให้สวนปาล์มน้ำมันมีน้ำ แล้วน้ำในคอกหมูยังเป็นปุ๋ยให้กับสวนปาล์มได้ มันได้ประโยชน์สองทางเลย" ประชุม รูปสง่า (สัมภาษณ์, 2 กันยายน 2561)

5. การดูแลปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่จะมีการตัดแต่งทางใบปีละ 1 ครั้ง และบางรายจะใช้วิธีการแทงผลปาล์ม 1 ครั้งก็จะตัดแต่งทางใบไปในตัว ส่วนลักษณะการวางทางใบในแปลง เกษตรกรจะวางทางใบที่มีลักษณะเหมือนกัน คือ วางร่องเว้นร่อง เพื่อให้ง่ายเวลาเข้าไปเก็บเกี่ยวผลผลิต นอกจากนี้ระยะเวลาในการแทงผลปาล์มน้ำมันเพื่อนำไปขายจะมีระยะเวลาอยู่ที่ 15-20 วัน

"ที่เลือกแต่งทางใบแบบแทงผลทีก็ตัดที เพราะมันง่ายเวลาเก็บผลผลิตครั้งต่อไปและประหยัดเวลาประหยัดแรงงานไปในตัว แต่ไม่รู้ว่าวิธีแต่งทางปาล์มที่ทำอยู่มันถูกต้องเปล่า เพราะบางคนเขาก็ไม่ทำแบบลุงแต่ลุงเลือกเอาสะดวก" สมศักดิ์ ซันซี (สัมภาษณ์, 2 กันยายน 2561)

6. การกำจัดโรค แมลง ส่วนใหญ่แล้วปาล์มน้ำมันจะพบปัญหาหนูกัดยอดวงอายุปาล์มน้ำมัน 1-3 ปี แต่เกษตรกรทุกรายใช้วิธีการปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ได้ใช้สารเคมีในการกำจัด เมื่อปาล์มน้ำมันเข้าสู่ช่วงอายุปีที่ 4จนถึงปัจจุบัน จะไม่มีแมลง โรคมารบกวน หากมีก็พบน้อยจึงปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติ

"ช่วง 1 - 3 ปี แรกจะมีหนูมากัดยอดปาล์มน้ำมัน แต่พี่ก็ไม่ได้กำจัดหนูปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติเพราะไม่ได้รับความเสียหายเยอะ" ธาดา แก้วรัตน์ (สัมภาษณ์, 2 กันยายน 2561)

7. การใส่ปุ๋ยปาล์มน้ำมันของเกษตรกรแต่ละรายจะมีระยะเวลา 4 ครั้ง/ปี จำนวน 3 ราย 3 ครั้ง/ปี จำนวน 3 ราย 2 ครั้ง/ปี จำนวน 5 ราย โดยสูตรปุ๋ยที่เกษตรกรใช้จะมีสูตร 15-15-15, 0-0-60, 14-10-30, 14-9-30 (ปุ๋ยผสมเอง) , 11-0-0, 12-5-38, 21-0-21, 21-0-0 และนอกจากนี้ยังใส่ปุ๋ยคอกในแปลงปาล์มน้ำมันเพิ่มเติม

"ใช้ปุ๋ยสูตร 11-0-0 และ0-0-60 แม่ปุ๋ย 12-5-38 ใส่ช่วงต้นฝนและปลายฝน น้าจะเลือกใส่ปุ๋ยแค่ 3 ครั้ง/ปี เพราะด้วยทุนที่สูง เลยใส่แค่ 3 ครั้ง/ปี" สัคพงศ์ จันทร์มณี (สัมภาษณ์, 2 กันยายน 2561)

8. สำหรับการทำบัญชีฟาร์มของเกษตรกร เกษตรกรยังไม่มีการดำเนินการจัดทำบัญชีฟาร์ม จึงไม่รู้รายรับ-รายจ่ายอย่างแท้จริง ทำให้ไม่สามรถประเมินต้นทุน รายรับ-รายจ่ายได้

“ป้าไม่ได้ทำเลยบัญชี ไม่มีเวลาทำ ซื้อปุ๋ย ซื้อยามาก็ไม่เคยจดเลย แต่ก็อยากทำ เพราะ อยากรู้รายรับรายจ่ายในครอบครัว” อนงค์ เพชรอาวุธ (สัมภาษณ์, 2 กันยายน 2561)

การส่งเสริมองค์ความรู้การจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการ

จากการส่งเสริมองค์ความรู้การจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการมีเกษตรกรที่สนใจเข้ารับการปรับเปลี่ยนการทำสวนปาล์มน้ำมันจำนวน 11 ราย โดยได้รับการอบรมจากวิทยากรผู้เชี่ยวชาญเรื่องปาล์มน้ำมันจากศูนย์การเรียนรู้ซีพีไอ ภายใต้การดูแลของบริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) ในวันที่ 1 ตุลาคม 2561 ณ ศาลาประจำหมู่บ้านหมู่ที่4 ซึ่งรายละเอียดการอบรมมีดังนี้

1. การคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน โดยเกษตรกรต้องเลือกต้นพันธุ์ที่โคนต้นใหญ่ ใบกาง และมีท่อลำเลียงน้ำ ท่ออาหารที่ใหญ่

2. ต้องปรับสมดุลกรด - ด่าง ในดิน โดยเลือกปรับค่าความเป็นกรด - ด่างในดินให้ดีขึ้น ซึ่งพื้นที่แต่ละแปลงได้รับการตรวจค่าวิเคราะห์ดิน จึงทำให้ทราบค่าความเป็นกรด - ด่างในพื้นที่ของตนเอง

3. การดูแลภายในสวน เช่น การจัดการกองทางใบ การตัดทางใบ เกษตรกรต้องใช้พื้นที่การกองทางใบเพียง ร้อยละ 25 ก็เพียงพอแล้วภายในสวน

4. จากการที่ได้นำตัวอย่างดินตรวจวัดธาตุอาหารในดิน ทำให้เกษตรกรต้องใช้ปุ๋ยที่ตรงตามความต้องการของปาล์มน้ำมันในแต่แปลง และวิธีการสังเกตอาการขาดธาตุชนิดต่าง ๆ

5. การสังเกตอาการขาดธาตุชนิดต่างๆ

จากผลการอบรมและทำการทดสอบก่อนและหลังการอบรมการถ่ายทอดองค์ความรู้การจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการของเกษตรกร พบว่า มีเกษตรกรที่ทำได้คะแนนสูงสุดก่อนการอบรม 18 คะแนน หลังการอบรม 19 คะแนน และมีเกษตรกรที่ทำได้คะแนนต่ำสุดก่อนการอบรม 12 คะแนน หลังการอบรม 14 คะแนน เมื่อนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยก่อนการอบรมและหลังการอบรมได้เป็น 14.5 และ 15.5 ตามลำดับ และมีเกษตรกร 1 ราย ที่ไม่ได้เข้ารับการอบรม จึงสามารถสรุปได้ว่า เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมีความรู้และความเข้าใจในหลักการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการมากขึ้นกว่าเดิม สามารถวิเคราะห์ได้จากการทำแบบสอบถาม

การปรับเปลี่ยนการทำสวนปาล์มตามหลักวิชาการ

จากการลงพื้นที่ติดตามผลการปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการโดยใช้การพูดคุยกับเกษตรกรที่สนใจจำนวน 11 ราย และใช้ตารางการเปรียบเทียบการทำสวนปาล์มน้ำมันแบบเดิม ขั้นตอนตามหลักวิชา การปรับเปลี่ยนหลังการอบรม ดังภาพ (Figure 1) พบว่า

1. ด้านการเตรียมพื้นที่ มีเกษตรกรจำนวน 5 ราย ได้จัดการแปลงโดยมีการทำถนน การทำทางระบายน้ำ การเตรียมพื้นที่ปลูกในพื้นที่ลุ่ม การไถแปลง ระยะห่างของต้นปาล์มกับขอบคู สาเหตุที่ทำให้เกษตรกรเปลี่ยน เนื่องจาก พื้นที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ ไม่ได้ยุ่งยาก เช่นการทำถนนภายในแปลงที่สามารถทำได้ สำหรับเกษตรกรที่ยังไม่ปรับเปลี่ยน เนื่องจาก พื้นที่ของเกษตรกรไม่เอื้ออำนวย พื้นที่มีจำกัดและถูกใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ จึงไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ นอกจากปลูกใหม่ในครั้งต่อไป

“พื้นที่สวนของลุงปาล์มอายุ 15 ปีแล้ว พื้นที่ภายในสวนก็ใช้พื้นที่ปลูกมะพร้าว ไม่อยากไปปรับอะไรมาก ตอนนี้ก็ทำแบบเดิมไปก่อน เดี๋ยวปลูกใหม่จะปรับให้ดีขึ้น” รำพันธุ์ คงปั้น (สัมภาษณ์, 16 ตุลาคม 2561)

2. ด้านการคัดเลือกกล้าพันธุ์ เกษตรกรทั้ง 11 ราย มีการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่

3. ด้านการปลูก ยังไม่มีเกษตรกรจะปรับเปลี่ยน เรื่องการจัดการระยะห่างระหว่างต้น (9X9X9 ม.) แนวปลูกทิศเหนือ-ทิศใต้ การเตรียมดินหลุมปลูก การรองก้นหลุม ความลึกของการปลูกโคนเสมอดิน มีตาข่ายป้องกัน

หนู มีการปลูกซ่อม การปลูกพืชคลุมดิน (ระยะ 3 ปี) สาเหตุที่เกษตรกรไม่เลือกปรับเปลี่ยนเนื่องจาก ในขั้นตอนของการปลูกไม่สามารถจะปรับเปลี่ยนได้ เพราะปาล์มน้ำมันมีอายุเกินจะปรับเปลี่ยน

"ปาล์มน้ำมันป้าอายุเกินจะเปลี่ยนแล้ว อันนี้ต้องทำช่วงแรกๆเลย ปาล์มน้ำมันตอนนี้ก็10กว่าปีแล้ว ปลูกใหม่เดี๋ยวค่อยปรับเปลี่ยน" ทัศนีย์ ศักดิ์ปฏิฐา (สัมภาษณ์, 16 ตุลาคม 2561)

4. ด้านระบบน้ำของเกษตรกรเป็นการให้น้ำแบบธรรมชาติโดยรอน้ำฝน จึงไม่มีการให้น้ำโดยใช้ระบบอื่น

5. ด้านการดูแลรักษา มีเกษตรกรจำนวน 2 รายที่ดำเนินการปรับเปลี่ยนการหักซ่อดอกทิ้งก่อน 30 เดือน ห้ามแต่งทางใบจนถึงระยะเก็บเกี่ยว การรักษาความชื้นด้วยเศษพืช เนื่องจาก การรักษาความชื้นด้วยเศษพืชสามารถทำได้ไม่เกิดความยุ่งยาก โดยจัดการด้วยวิธีการตัดหญ้าภายในสวนแล้วทิ้งไว้ภายในสวน จากที่เคยตัดแล้วนำไปทิ้ง สำหรับเกษตรกรที่ยังไม่ปรับเปลี่ยน เนื่องจาก ปาล์มน้ำมันมีอายุเกิน 30 เดือน และเลยระยะที่อยู่ในช่วงรอการเก็บเกี่ยว จึงไม่อยากปรับเปลี่ยนภายในสวน

"ลุงปรับเปลี่ยนภายในสวนตามที่อบรม ตัดหญ้าแล้วทิ้งไว้ในสวนเลย ไม่เอาไปทิ้งข้างนอก อยากลองดูว่าจะดีขึ้นจากเดิมมากไหม" สุวรรณ แซ่เซียว (สัมภาษณ์, 16 ตุลาคม 2561)

6. ด้านการกำจัดโรค แมลง ศัตรูพืช ยังไม่มีเกษตรกรที่ดำเนินการในช่วงที่ปาล์มน้ำมันมีอายุ 1-3 ปี เนื่องจากปาล์มน้ำมันของเกษตรทั้ง 11 ราย มีอายุเกิน 3 ปี

7. ด้านการใส่ปุ๋ย แบ่งเป็นตรวจวิเคราะห์ดิน การตรวจตัวอย่างใบ การใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม วิธีการใส่ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ด้านนี้มีเกษตรกรที่เริ่มปรับเปลี่ยนจำนวน 2 ราย เนื่องจากอยากรู้ว่าถ้าปรับเปลี่ยนการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำแล้วผลผลิตที่ได้จะต่างจากเดิมหรือไม่ สำหรับเกษตรกรที่ยังไม่ปรับเปลี่ยน เนื่องจาก ยังไม่พร้อมในเรื่องของการเปลี่ยนปุ๋ย เพราะปุ๋ยที่ใช้ต้องใช้แม่ปุ๋ย จึงทำให้มีปัญหาในเรื่องของการเปลี่ยนต้นทุน

"ถ้าจะให้ปรับเปลี่ยนตอนนี้คงทำได้ยาก เพราะปาล์มน้ำมันตอนนี้อายุ 10 ปีแล้ว แต่ก็ไม่ปฏิเสธที่จะทำ เพราะถ้าทำแล้วสามารถช่วยให้ผลผลิตดีขึ้น ต้นทุนลดลงได้ก็จะทำ ตอนนี้ก็ได้แค่ปรับเปลี่ยนเรื่องปุ๋ยตามคำแนะนำจากผลการตรวจวิเคราะห์ไปก่อน" ประชุม รูปสง่า (สัมภาษณ์, 16 ตุลาคม 2561)

8. ด้านการจัดการแปลง มีเกษตรกรจำนวน 3 ราย ได้จัดทำบัญชีครัวเรือน บัญชีฟาร์ม บันทึกการเจริญเติบโต เนื่องจาก เกษตรกรอยากรู้ต้นทุนการผลิต รายรับ-รายจ่าย เพื่อจะได้วางแผนการใช้จ่ายได้อย่างเหมาะสม สำหรับเกษตรกรที่ยังไม่ปรับเปลี่ยนนั้น เนื่องจากไม่มีเวลาในการจดบันทึก

"ได้เริ่มบันทึกค่าปุ๋ย รายจ่ายในการทำสวนปาล์มบ้างแล้ว หลังจากอบรม แต่ก็ยังไม่ค่อยละเอียดเท่าไร ป้าก็ให้ลูกช่วยดูให้" ลักขณา ขนสิงห์ (สัมภาษณ์, 16 ตุลาคม 2561)

Figure 1 Comparative study of oil palm plantations.

Oil palm plantation in the traditional method	Oil palm plantation base on the academic method	Modification of oil palm plantations according to academic method
1. Palm-type selection will base on the palm-type that oil palm research center at Suratthani promoted.	1. Palm-type selection will base on - species that suitable for each location - species that have a large stem, broad leaves, and large water and nutrition tube.	1. In palm-type selection, all 11 farmers have been selecting the palm-type that suitable for each location and have a seedling selection before planting.
2. Area preparation before planting - Plow the soil - Weeding - Measure the digging distance.	2. Area preparation before planting - Road construction - Create an irrigation system - Preparation for planting in the low area. - Plow the soil - Measure the length between the palm tree and the ditch.	2. Area preparation before planting Five farmers started to adopt the academic method by constructing a road, prepare irrigation system, prepare for planting in a low area, plow the plot, and measure the length between the palm tree and the ditch.
3. Oil palm planting - Each farmer have different layout of planting. Starting from 8X8X8 m, 9X9X9 m, and 10X10X10 m. - Not planting with North-South planting principle.	3. Oil palm planting - 9X9X9 m layout for planting - Planting with North-South planting principle. - Replacement planning	3. Oil palm planting The farmers still didn't adopt the management of the distance between trees(9x9x9 m), north-south planting principle, soil preparation, cover the bottom of the planting hole, depth of the planting hole, rodent preventing net, replacement planning and applying the cover crop(3 years period).
4. irrigation Depended on the natural resource such as rain. Some farmer using water from a pig farm.	4. irrigation - Appropriate quantity depended by the time of the year.	4. irrigation Farmers are using the natural source of water by waiting for the rain.

Figure 1 Comparative study of oil palm plantations.

Oil palm plantation in the traditional method	Oil palm plantation base on the academic method	Modification of oil palm plantations according to academic method
5. Oil palm care - Trim the leaves annually. Some farmers are harvesting and trimming the trees at the same time once a year. - Piling palm leaves by putting the leaves in every other column. - Harvesting period is around 15-20 days.	5. Oil palm care - Get rid of inflorescence before 30 months. - Do not trim the leaves before the harvesting period. - Moisture treatment with plant residue	5. Oil palm care Two farmers started to adopt the academic caring method.
6. Curing and insecticide Using natural mechanism without the help of chemical substances.	6. Curing and insecticide - Do not use hormone-based herbicide.	6. Curing and insecticide Farmer doesn't use any chemical substance.
7. Fertilizing - Each famer have different period from 4 times per year, 3 times per year, and twice a year. - Fertilizer formular base on each farmer from 15-15-15, 0-0-60, 14-10-30, 14-9-30 (Handmade) , 11-0-0, 12-5-38, 21-0-21, 21-0-0 and manure fertilizer.	7. Fertilizing - Analyze the soil. - Analyze leaves sample. - Use an appropriate amount of fertilizer and correct method base on tree type. - Use organic fertilizer.	7. Fertilizing Divided into soil analyze, leaves sample analyze, use an appropriate amount of fertilizer and correct method base on tree type, and adoption of organic fertilizer. On this side, two farmers start to change and adopt the method.
8. Accounting Farmers do not have farm accounting, household accounting, and growth record.	8. Accounting - Farm accounting - Household accounting - Growth record.	8. Accounting For plantation management, three farmers were doing farm accounting, household accounting, and growth record.

อภิปรายผลการศึกษา

เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันที่สนใจเข้าร่วมการปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มตามหลักวิชาการ พื้นที่หมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร จำนวน 11 ราย ผู้ที่สนใจส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 63.64 อยู่ในช่วงอายุ 41-50 ปี ร้อยละ 45.46 ซึ่งจากการสัมภาษณ์เกษตรกรแต่ละรายทำให้ทราบว่า การปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรใช้ความรู้ที่มีอยู่เดิมและประสบการณ์ที่ทำมาหลายปีในการปลูก โดยไม่ได้ใช้หลักการทางวิชาการเข้ามาช่วยในการทำสวนปาล์มน้ำมัน จึงทำให้เกษตรกรเกิดความสนใจที่จะเข้าร่วมการปรับเปลี่ยนตามหลักวิชาการโดยมีการจัดการอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ตั้งแต่เรื่องการคัดเลือกพันธุ์ การปรับพื้นที่การปลูก การดูแลจัดการภายในสวน การใส่ปุ๋ย รวมไปถึงการจัดทำบัญชี ซึ่งสอดคล้องตามหลักของ กรมวิชาการเกษตร (2555) หลังจากที่มีการอบรมให้ความรู้ได้มีการติดตามผลของการปรับเปลี่ยนการทำสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรทั้ง 11 ราย โดยใช้การประชุมกลุ่ม เพื่อให้เกษตรกรได้มีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน และร่วมกันตัดสินใจประเมินผลการปรับเปลี่ยนจากการใช้แบบสอบถามเช็คขั้นตอนการปรับเปลี่ยนการทำปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการในสวนปาล์มน้ำมันของตนเอง จากผลการสัมภาษณ์แต่ละรายมีการปรับเปลี่ยนที่ไม่เหมือนกันในแต่ละขั้นตอน ในบางขั้นตอนก็ไม่สามารถที่จะปรับเปลี่ยนได้อย่างเช่นการจัดการระบบน้ำ เนื่องจากการทำสวนปาล์มน้ำมันพื้นที่หมู่ที่ 4 จะใช้น้ำฝน จึงไม่สามารถจัดการระบบน้ำได้ การส่งเสริมให้เกษตรกรมีองค์ความรู้สามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถวิเคราะห์อาการต่าง ๆ ของปาล์มน้ำมันเบื้องต้นได้ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการส่งเสริมการเกษตร ติดตามให้คำแนะนำช่วยเหลือจนบังเกิดผลสำเร็จ ขณะเดียวกันก็นำปัญหาทางเกษตรมาวิเคราะห์หาหนทางแก้ไขของ บุญธรรม จิตอนันต์ (2536) แต่อย่างไรก็ตาม เกษตรกรทุกรายก็พร้อมที่จะปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มตามหลักวิชาการ เพื่อให้ปาล์มน้ำมันของตนเองมีคุณภาพที่ดีขึ้น ได้ผลผลิตที่ดีขึ้น และลดต้นทุนในการผลิต

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษา การปรับเปลี่ยนการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการโดยการมีส่วนร่วมของเกษตรกร หมู่ที่ 4 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มีทั้งหมด 11 ราย ส่วนใหญ่เป็นเพศชายอยู่ในช่วงอายุ

เฉลี่ย 41-50 ปี โดยมีการประกอบอาชีพหลัก คือ ทำสวนปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 100 ส่วนใหญ่มีอาชีพเสริมค้าขายและรับจ้าง ร้อยละ 36.36 และไม่ประกอบอาชีพรอง ร้อยละ 36.36

ซึ่งก่อนการได้รับการอบรมการปรับเปลี่ยนการทำสวนปาล์มน้ำมันตามหลักวิชาการ เกษตรกรแต่ละรายจะมีลักษณะการทำสวนปาล์มที่คล้ายๆกันคือ ระบบน้ำจะใช้ระบบน้ำรอน้ำฝน มีการเก็บเกี่ยวทุก ๆ 15-20 วัน และไม่มีการทำบัญชีฟาร์ม แต่จะแตกต่างกันในเรื่องของพันธุ์ การใส่ปุ๋ย ระยะความห่างระหว่างต้น ซึ่งขึ้นกับลักษณะของพื้นที่แต่ละแปลง

ซึ่งเมื่อเกษตรกรได้รับการอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันทั้ง 11 ราย มีองค์ความรู้ที่เพิ่มมากขึ้น สามารถวัดได้จากแบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม และเมื่อมีการลงพื้นที่ติดตามผลโดยมีการจัดเวทีการพูดคุยแบบมีส่วนร่วม เพื่อให้ได้มีการแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน ทำให้เห็นถึงปัญหาของการที่จะปรับเปลี่ยนในบางขั้นตอน แต่ในบางขั้นตอนก็ได้เห็นถึงการปรับเปลี่ยนของเกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2555). **การจัดการสวนปาล์มน้ำมันเพื่อให้มีประสิทธิภาพ**. เจริญวิทย์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ ศักดิ์ปฏิฐา. 2561. **สัมภาษณ์,** 16 ตุลาคม 2561.

เทศบาลตำบลชุมโค. 2561. **ข้อมูลประชากรในตำบล.** 27 สิงหาคม 2561**.**

ธาดา แก้วรัตน์. 2561. **สัมภาษณ์**, 2 กันยายน 2561.

บุญธรรม จิตต์อนันต์. 2536. **ส่งเสริมการเกษตร**. สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประชุม รูปสง่า. 2561. **สัมภาษณ์**, 2 กันยายน 2561.

ประชุม รูปสง่า. 2561. **สัมภาษณ์,** 16 ตุลาคม 2561.

ปรีชา แสงโสดา และคณะ. 2557. **สำรวจและวิเคราะห์การปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรจังหวัดเลย**. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย.

พัชรินทร์ วณิชย์อนันตกุล และคณะ. 2555. **การป้องกันกำจัดศัตรูปาล์มน้ำมันโดยวิธีผสมผสาน**. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

รุ่ง ดวงภุมเมศร์. 2561. **สัมภาษณ์**, 2 กันยายน 2561.

รำพันธุ์ คงปั้น. 2561. **สัมภาษณ์**, 16 ตุลาคม 2561.

ลักขณา ขนสิงห์. 2561. **สัมภาษณ์**, 16 ตุลาคม 2561.

สัคพงศ์ จันทร์มณี. 2561. **สัมภาษณ์**, 2 กันยายน 2561.

สมศักดิ์ ชันชี. 2561. **สัมภาษณ์**, 2 กันยายน 2561.

สุวรรณ แซ่เซียว. 2561. **สัมภาษณ์,** 2 กันยายน 2561.

สุวรรณ แซ่เซียว. 2561. **สัมภาษณ์**, 16 ตุลาคม 2561.

สำนักงานเกษตรอำเภอปะทิว. 2561. **การปรับปรุงข้อมูลทะเบียนเกษตรกร**. สืบค้นวันที่ 27 สิงหาคม 2561.

อนงค์ เพชรอาวุธ. 2561. **สัมภาษณ์,** 2 กันยายน 2561.

การพัฒนาโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

DEVELOPMENT OF COMMUNITY-BASED TOURISM PACKAGE, BU HOM SUB-DISTRIC, CHIANG KHAN DISTRIC, LOEI PROVINCE.

รัฐฐิวากรณ์ ยืนยงค์[1*] และ พีรชัย กุลชัย[1]

Ratthiwakorn Yuenyong[1*] and Peerachai Kullachai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพทรัพยากรการท่องเที่ยวและเพื่อศึกษาพัฒนาโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม การประชุมกลุ่มย่อย และเครื่องมือศึกษาชุมชน ผลการศึกษาพบว่า บ้านบุฮมและบ้านผาแบ่นมีศักยภาพทรัพยากรการท่องเที่ยวที่อุดมสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าชุมชนยังขาดในด้านศักยภาพคนและศักยภาพการมีส่วนร่วม แต่โดยรวมชุมชนบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่นสามารถจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนได้ และโปรแกรมการท่องเที่ยวที่เหมาะสมคือการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวหลักอยู่ภายในสวนเกษตร พัฒนาสวนเกษตรให้กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวเพื่อเป็นตัวอย่างให้คนในชุมชนได้เห็นและร่วมกันเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการการท่องเที่ยว

ABSTRACT

The objectives of this research were to study 1) potential and resources of the community leading to community-based tourism, 2) development of community-based tourism package in Bu Hom sub-distric, Chiang khan distric, Loei province. This study used the qualitative research methodology and gathered the data by in-depth interview, participatory observation, focus group and the local community study tools. The results showed that Ban Bu Hom and Ban Pha Baen have potential and abundant resources. Although the community still lacks in the potential of people and community members' participation. But overall Ban Bu Hom and Ban Pha Baen can to management community-based tourism. The appropriate tourism package is to organize the main tourist activities within the farm development of farm to become a attraction to be an example to people in the community have seen and involvement in tourism management.

Key Words: potential , community-based tourism , tourism package

*Corresponding author; e-mail address: Ratthiwakorn.yy@gmail.com

[1]ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Agricultural Development and Resource Management , Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute Technology Ladkabang , Bangkok 10520

คำนำ

บ้านบุฮมและบ้านผาแบ่นเป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลบุฮม ซึ่งประชากรส่วนใหญ่ในพื้นที่บ้านบุฮมและบ้านผาแบ่นมีสวนเกษตรเป็นของตนเอง มีการปลูกไม้ผลที่หลากหลาย เช่น มะม่วง ทุเรียน เงาะ กล้วย ฝรั่ง เป็นต้น และยังมีสถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจ เช่น ถ้ำผาแบ่น วัดพระพุทธบาทภูควายเงิน จุดชมวิวริมแม่น้ำโขง มีอาหารพื้นถิ่นที่ขึ้นชื่อ และด้วยสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขา ทำให้การทำสวนเกษตรในบางที่ตั้งอยู่บนเนินเขา สามารถมองเห็นวิวทิวทัศน์ที่สวยงาม ความน่าสนใจในธรรมชาติและความหลากหลายในการทำเกษตรนี้จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้นำชุมชนและสมาชิกในชุมชนต้องการนำเสนอความหลากหลายของกิจกรรมการเกษตรผ่านการจัดการท่องเที่ยว และการท่องเที่ยวโดยชุมชนเป็นการพัฒนาชุมชนที่ใช้การท่องเที่ยวเป็นเครื่องมือโดยการสร้างความเข้มแข็งขององค์กรชาวบ้านในการจัดการทรัพยากรการท่องเที่ยวโดยการมีส่วนร่วมของประชาชนในท้องถิ่น (พจนา สวนศรี, 2546) ชุมชนต้องการให้นักท่องเที่ยวได้เรียนรู้วิถีเกษตรกรรมของชาวชนบท การดำรงชีวิต วัฒนธรรม และประเพณี เป็นการนำเอาทรัพยากรที่มีอยู่มาทำให้เกิดประโยชน์ โดยผู้นำชุมชนเคยเห็นชุมชนที่ประสบความสำเร็จในเรื่องการท่องเที่ยว จึงเชื่อว่าการท่องเที่ยวจะเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาชุมชน เพราะการท่องเที่ยวสามารถสร้างการมีส่วนร่วมให้แก่ชุมชน สนับสนุนการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และเนื่องจากในตำบลบุฮม ประชากรปลูกมะม่วงกันเป็นส่วนใหญ่ทำให้ในบางปีผลผลิตล้นตลาดราคามะม่วงตกต่ำ รายได้จากการขายมะม่วงไม่คุ้มทุนการผลิต และเมื่อหมดฤดูกาลมะม่วงบางครัวเรือนไม่ได้ปลูกพืชอื่น ทำให้รายได้ขาดหายไป ถ้ามีการท่องเที่ยวเกิดขึ้นก็จะสามารถสร้างรายได้เสริมให้แก่ชุมชนอีกด้วย แต่การเริ่มส่งเสริมให้ทุกคนในชุมชนมามีส่วนร่วมในเรื่องการท่องเที่ยวยังเป็นสิ่งที่ยาก เพราะคนในชุมชนยังไม่คุ้นชินกับการมีนักท่องเที่ยวเข้ามาและยังไม่มีประสบการณ์ในเรื่องของการท่องเที่ยว การเริ่มทำให้ชุมชนเข้าใจในการท่องเที่ยวจึงเป็นการเริ่มจากผู้นำชุมชนและสมาชิกในชุมชนที่สนใจในเรื่องของการท่องเที่ยวเพื่อเป็นกำลังหลักในการพัฒนาต่อไป และการเพิ่มศักยภาพรูปแบบการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนโดยการจัดทดลองโปรแกรมการท่องเที่ยว เพื่อให้ชุมชนได้เรียนรู้มีส่วนร่วมในกระบวนการประเมินศักยภาพของชุมชนและร่วมกันกำหนดทิศทางรูปแบบของการท่องเที่ยวภายในชุมชน จึงสนใจที่จะศึกษาโดยมีคำถามวิจัย คือ การพัฒนาโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาศักยภาพและทรัพยากรการท่องเที่ยวของตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย
2. เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านพื้นที่ บ้านบุฮม หมู่ที่ 1 และ หมู่ที่ 9 บ้านผาแบ่น หมู่ที่ 8 และหมู่ที่ 11 ในตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

2. ขอบเขตเชิงเนื้อหา ศึกษาด้านศักยภาพ/ทรัพยากรของแหล่งท่องเที่ยวภายในชุมชน ที่จะนำมาสู่การจัดโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน

วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่องการพัฒนาโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ใช้การการวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research Methodology) ในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้นำชุมชน จำนวน 5 คน และสมาชิกในชุมชนที่สนใจในเรื่องการท่องเที่ยว จำนวน 13 คน ของบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่น ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย รวมทั้งสิ้น 18 คน โดยใช้การสุ่มแบบการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ การสัมภาษณ์แบบเจาะลึกเป็นรายบุคคล (Individual-Depth Interviews) ปฏิทินชุมชน แผนที่เดินดิน การสังเกตแบบมีส่วนร่วมและการสนทนากลุ่ม (Focus group)

ขั้นตอนในการศึกษา

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของชุมชน ประกอบไปด้วย ปฏิทินชุมชน แผนที่เดินดิน โดยใช้การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก ระหว่างวันที่ 13 ถึง 25 สิงหาคม 2561

ขั้นที่ 2 สำรวจศักยภาพและทรัพยากรภายในชุมชนที่จะนำมาสู่แหล่งท่องเที่ยว ดำเนินการระหว่างวันที่ 1 ถึง 5 กันยายน 2561

ขั้นที่ 3 ออกแบบโปรแกรมการท่องเที่ยวและจัดกิจกรรมทดลองโปรแกรมการท่องเที่ยวตำบลบุฮม ในวันที่ 13 กันยายน 2561 โดยร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ 12 คน ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทดลองโปรแกรม 23 คน ประกอบไปด้วย เจ้าหน้าที่สำนักกิจกรรมเพื่อสังคม เครือเบทาโกร พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้นำชุมชนบ้านผาแบ่นและบ้านบุฮม ผู้ประกอบการร้านอาหารที่พักในเชียงคาน และนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเที่ยวชมในเชียงคาน

ขั้นที่ 4 สัมภาษณ์แบบเชิงลึกเกี่ยวกับความคิดเห็นในการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน แก่ผู้นำชุมชนและสมาชิกในชุมชนที่มีความสนใจในการท่องเที่ยว จำนวน 8 คน ในช่วงเดือนกันยายน

ขั้นที่ 5 จัดกิจกรรมสนทนากลุ่มสรุปผลจากกิจกรรมทดลองโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน โดยผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้แก่ผู้นำชุมชนและสมาชิกในชุมชนที่มีความสนใจในเรื่องการท่องเที่ยว จำนวน 8 คน ดำเนินการในวันที่ 9 ตุลาคม 2561

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก การประชุมกลุ่มย่อย การลงภาคสนาม และการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วมมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาโดยใช้การพรรณนาเรียบเรียงนำเสนอตามข้อเท็จจริง

ระยะเวลาในการดำเนินงานระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง ตุลาคม 2561

ผลและอภิปรายผล

ศักยภาพและทรัพยากรการท่องเที่ยว

ข้อมูลพื้นฐานและบริบทชุมชน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของชุมชน จากการใช้เครื่องมือศึกษาชุมชน ได้แก่ ปฏิทินชุมชน แผนที่เดินดิน ผลการศึกษาพบว่า บ้านบุฮมและบ้านผาแบ่นประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพหลักในการประกอบอาชีพทางการเกษตร อาทิ ทำนา ทำไร่ และให้ความสำคัญในการปลูกไม้ผล อาทิ มะม่วง ฝรั่ง กล้วย ทุเรียน เงาะ จนได้รับขนานนามว่าเป็น "เมืองผลไม้ตลอดปี" ด้านประเพณีวัฒนธรรมของบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่น โดยทั่วไปมี

วัฒนธรรมท้องถิ่นเหมือนกับชุมชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั่วไป ทุก ๆ เดือนในรอบปีนั้นมีการจัดงานบุญพื้นบ้านกันเป็นประจำ จึงได้ถือเป็นประเพณี 12 เดือนเรียกกันว่า ฮีตสิบสอง โดยบ้านบุฮม ภายในชุมชนมี โรงเรียน 1 แห่ง วัด 2 แห่ง ร้านค้าบริการ 24 แห่ง ฝายชะลอน้ำ 1 แห่ง บ้านผาแบ่น ภายในชุมชนมี โรงเรียน 1 แห่ง วัด 2 แห่ง ร้านค้าบริการ 11 แห่ง โดยคนในชุมชนจะใช้วัดเป็นศูนย์กลางในการทำกิจกรรมต่าง ๆ และจะใช้ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านในการต้อนรับบุคคลจากภายนอกเป็นอันดับแรก และมีพื้นที่ทำการเกษตรอยู่รอบ ๆ ชุมชน

ศักยภาพและทรัพยากรภายในชุมชนที่นำไปสู่การจัดการการท่องเที่ยว

ตำบลบุฮม ตั้งอยู่ห่างจากเขตเทศบาลเชียงคาน 14 กิโลเมตร โดยเชียงคานเป็นเมืองที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวเข้ามามากมายในแต่ละปีเพราะเป็นเมืองที่ยังคงความมีเสน่ห์ในเรื่องของวัฒนธรรม ขนบประเพณี และวิถีชีวิตดั้งเดิม เป็นที่ดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเข้ามาสัมผัส และตำบลบุฮมยังมีแหล่งท่องเที่ยวหลักในพื้นที่ ได้แก่ วัดพระพุทธบาทภูควายเงิน จุดชมวิวริมแม่น้ำโขง ถ้ำผาแบ่น และแหล่งท่องเที่ยวเหล่านี้ ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ของบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่น

“แต่ละสถานที่ท่องเที่ยวบ้านเรามีเรื่องเล่า ตำนานมันสามารถเชื่อมโยงจากเชียงคานมาบ้านเราได้ บ้านของเราไม่ได้ไกลจากเชียงคาน และมันมีมีเอกลักษณ์ของมัน” (เชาว์ มูลศิริ, สัมภาษณ์, 9 กันยายน 2561)

ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจ ธุรกิจและเศรษฐกิจฐานราก ธนาคารออมสิน (2561) ได้กำหนดองค์ประกอบที่สำคัญของการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่ชุมชนควรจะมี ได้แก่ ศักยภาพคน ศักยภาพพื้นที่ และศักยภาพด้านการจัดการ จากการศึกษาพบว่า ด้านศักยภาพคน โดยคนในชุมชนส่วนใหญ่ยังไม่เคยเห็นตัวอย่างของการท่องเที่ยวที่ประสบความสำเร็จ ทำให้ชุมชนมองภาพไม่ออกว่าจะเกิดการท่องเที่ยวภายในชุมชนได้อย่างไร รวมไปถึงผู้นำชุมชนบางคนไม่ให้ความร่วมมือ มีการแบ่งฝายระหว่างผู้นำเองและมีบทบาทในการร่วมวิเคราะห์แก้ปัญหาชุมชนน้อยมาก

“ถ้าผู้นำหมู่บ้านรวมตัวกันได้ดี คิดว่าจะทำได้ถ้าคนเดียวสองคนมันก็ยาก มันต้องมีผู้นำ สมาชิกในชุมชน ชาวสวนร่วมกัน ถ้าผู้นำรวมตัวกันได้ก็อยากที่จะร่วมทำด้วย” (สุจิตร จันทะคำแพง, สัมภาษณ์, 10 กันยายน 2561)

“ปัญหาที่ความคิดของชุมชนไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ยังมีความคิดแตกแยกอยู่บางคนก็รอดูก่อนว่าจะเป็นไปได้ไหม ค่อยจะทำ” (ชัยวัฒน์ จันทร์ชื่น, สัมภาษณ์, 2 ตุลาคม 2561)

ศักยภาพพื้นที่ ชุมชนมีความน่าสนใจทั้งในเรื่องของธรรมชาติและวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น อาทิ จักสาน ทอผ้าฝ้าย แกะสลักหินแร่ เป็นต้น มีอาหารพื้นถิ่นที่ขึ้นชื่อ ได้เปรียบในเรื่องของการมีสถานที่ท่องเที่ยวหลักตั้งอยู่ใกล้กับชุมชน อาทิ วัดถ้ำผาแบ่น วัดพระพุทธบาทภูควายเงิน และจุดชมวิวริมแม่น้ำโขง กิจกรรมการเกษตรมีความหลากหลาย สามารถปลูกไม้ผลได้ผลผลิตตลอดทั้งปี สวนเกษตรที่น่าสนใจได้แก่ สวนโอปอ บ้านบุฮม ซึ่งเป็นแปลงเกษตรผสมผสานต้นแบบที่มีการปลูกไม้ผลผสมผสาน เลี้ยงสัตว์ สามารถพัฒนาให้เป็นแหล่งศึกษาดูงานได้ และสวนสนาม บ้านผาแบ่น โดยภายในสวนมีการปลูกพืชที่หลากหลาย ทั้งพืชสมุนไพร พืชผักและไม้ผล และตั้งอยู่ใกล้สถานที่ท่องเที่ยว เช่น วัดพระพุทธบาทภูควายเงิน ทำให้วิวทิวทัศน์ในบริเวณสวนเกษตรมีความสวยงาม ธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ ส่วนศักยภาพด้านการจัดการ คนในชุมชนยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องท่องเที่ยวชุมชนที่ถูกต้อง ชาวบ้านยังอยู่ในลักษณะต่างคนต่างทำ มีส่วนร่วมในงานต่าง ๆ ค่อนข้างน้อย และยังไม่มีการรวมกลุ่มกันที่ชัดเจนในเรื่องของการท่องเที่ยว ถึงแม้จะมีหน่วยงานภาครัฐและเอกชนเข้ามาสนับสนุน

เกี่ยวกับเรื่องของการท่องเที่ยว แต่คนในชุมชนยังไม่ค่อยให้ความร่วมมือเท่าที่ควรทำให้การท่องเที่ยวในชุมชนยังไม่สามารถเกิดขึ้นได้

"ชาวบ้านบ้านเราเขายังไม่ตื่นตัวกัน บ้านเราคือเขาจะมีความสามารถทำผลผลิตแต่การที่จะให้เขามาเป็นผู้ที่ไปโฆษณาชักชวนเขาจะไม่ถนัด ไม่มีเวลา คนในชุมชนยังรักความอิสระยังไม่พร้อมต่อการรวมกลุ่ม"
(พนม นันทะคำ, สัมภาษณ์, 20 กันยายน 2561)

พัฒนาโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน

การออกแบบและทดลองโปรแกรมท่องเที่ยวโดยชุมชน

หลังจากมีการสำรวจศักยภาพและทรัพยากรภายในชุมชนจึงได้ทำการออกแบบโปรแกรมการท่องเที่ยว ตำบลเชียงคานร่วมกับผู้นำชุมชน และจัดกิจกรรมทดลองโปรแกรมท่องเที่ยว ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ในวันที่ 13 กันยายน 2561 โดยมีผู้เข้าร่วมกิจกรรม ได้แก่ เจ้าหน้าที่สำนักกิจกรรมเพื่อสังคม เครือเบทาโกร พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้นำชุมชนบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่น ผู้ประกอบการร้านอาหารที่พักในเชียงคาน และนักท่องเที่ยวจากต่างจังหวัดที่เข้ามาเที่ยวชมในเชียงคาน จำนวน 1 คน โดยการจัดโปรแกรมมีรายละเอียดดังนี้ กิจกรรมเริ่มตั้งแต่เวลา 9.00 น. นั่งรถรางชมเมืองเชียงคานในเส้นถนนชายโขง หลังจากนั้นเดินทางไปที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ 9 ตำบลบุฮม พักทาน Welcome drink มีการกล่าวต้อนรับและได้ทำความเข้าใจในการจัดกิจกรรมทดลองโปรแกรมท่องเที่ยวแก่ผู้เข้าร่วมกิจกรรม เวลา 12.00 น. รับประทานอาหารเที่ยงที่ "สวนโอปอ" โดยเมนูอาหารเที่ยง ได้แก่ แกงเห็ดผึ้ง เอาะหนัง ต้มส้มปลาคัง หลนปู หมูย่าง และส้มตำ ซึ่งแต่ละเมนูจะเป็นอาหารพื้นถิ่นที่วัตถุดิบสามารถหาได้จากในพื้นที่ และมีกิจกรรมเดินชมสวนเกษตรผสมสานซึ่งเป็นแปลงเกษตรผสมผสานต้นแบบ หลังจากรับประทานอาหารเที่ยงเสร็จเดินทางไปชมวิวทิวทัศน์บนสวนมะม่วงที่ห้วยผึ้ง หลังจากนั้นแวะชมสวนเกษตรผสมผสานของเกษตรกรบ้านบุฮมพร้อมทั้งชิมลองกองสด ๆ จากต้น ซึ่งเป็นผลไม้ประจำฤดูกาล และเดินทางไปบ้านผาแบ่นชมสวนเกษตรผสมผสานที่ชื่อว่า"สวนสนาม"ที่กำลังพัฒนาเป็น Farm Stay เพราะบรรยากาศภายในสวนอุดมไปด้วยธรรมชาติที่สมบูรณ์ มีการปลูกพืชที่หลากหลาย มีวิวเนินเขาที่สวยงาม และปิดท้ายทริปด้วยการไหว้พระที่วัดพระพุทธบาทภูควายเงิน

จากการสรุปกิจกรรมทดลองโปรแกรมการท่องเที่ยวภาพรวมของกิจกรรมผู้เข้าร่วมกิจกรรมประทับใจในการจัดโปรแกรมอย่างมาก ทั้งความสวยงามของสวนเกษตร อาหารอร่อยบางอย่างเป็นสิ่งหายากที่มีในพื้นถิ่นเท่านั้น เช่น ปูผา แต่ก็ยังมีข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข คือ กิจกรรมบางอย่างอาจจะต้องตัดออกถ้าการเดินทางไม่สะดวก อาทิ ทางไปสวนที่ห้วยผึ้งมีการเดินทางลำบาก มีความไม่ปลอดภัยในการเดินทาง ดังนั้นจึงควรหันไปเพิ่มกิจกรรมในสวนเกษตรให้มากขึ้น เพราะการเที่ยวแค่ในสวนก็สามารถทำกิจกรรมได้หลายอย่าง

บทเรียนจากการทดลองโปรแกรมท่องเที่ยวโดยชุมชน

การพัฒนาโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่นนั้น เป็นการนำข้อมูลจากการศึกษาชุมชน การสำรวจศักยภาพและทรัพยากรชุมชน และการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกนำมาวิเคราะห์อภิปรายร่วมกับชุมชนผ่านเวทีสนทนากลุ่ม จากการร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่ผู้วิจัยได้รวบรวม พบว่าชุมชนบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่น เด่นชัดในเรื่องศักยภาพของพื้นที่ ถึงแม้ว่าศักยภาพด้านคนและการจัดการยังต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาบ้าง เพราะคนในชุมชนส่วนใหญ่ยังมีลักษณะการทำงานแบบต่างคนต่างทำ ยังไม่เคยเห็นตัวอย่างของการประสบความสำเร็จในเรื่องท่องเที่ยว แต่พื้นฐานโดยรวมไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรธรรมชาติ

ประเพณีวัฒนธรรม อาหารพื้นถิ่น สถานที่ท่องเที่ยวภายในชุมชนมีความสวยงามและน่าสนใจ เช่น จุดชมวิวริมแม่น้ำโขง วัดพระพุทธบาทภูควายเงิน วัดบรรพตคีรี และสวนเกษตรผสมผสาน ได้แก่ สวนโอปอ บ้านบุฮม และสวนสนาม บ้านผาแบ่น จึงมีความเป็นไปได้ที่ทางชุมชนจะสามารถทำให้การท่องเที่ยวเกิดขึ้นจริง แต่การทำให้ทุกคนในชุมชนนั้นเข้าใจในเรื่องการท่องเที่ยวและสามารถรวมกลุ่มกันทำได้ยังเป็นสิ่งที่ยากอยู่และต้องใช้เวลา ดังนั้นจึงต้องมีแกนนำที่จะเป็นกำลังหลักในการพัฒนา เป็นตัวอย่างให้คนในชุมชนมองเห็นว่าการท่องเที่ยวสามารถเกิดขึ้นจริงได้

หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน สรุปได้ว่าชุมชนมีความพร้อมต่อการจัดการการท่องเที่ยวและอยากทำให้เกิดขึ้นจริง จึงให้ชุมชนร่วมวางแผนการดำเนินงานขั้นต่อไปโดยวิเคราะห์จากกิจกรรมทดลองโปรแกรมการท่องเที่ยว ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ซึ่งเป็นกิจกรรมทดลองโปรแกรมการท่องเที่ยวที่เชื่อมเส้นทางสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญและสวนเกษตรต่าง ๆ จากบ้านบุฮมไปบ้านผาแบ่น โดยชุมชนมีความคิดเห็นว่าแต่ละหมู่บ้านมีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง การเยี่ยมชมสวนเกษตรเพียงแค่สวนเดียวก็มีกิจกรรมที่หลากหลายและสามารถจัดกิจกรรมได้ทั้งวัน ซึ่งจากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม เห็นได้ชัดว่าหากจะจัดกิจกรรมเชื่อมทั้งสี่หมู่บ้านในตอนนี้ยังขาดผู้ประสานงาน ถ้าให้ทั้งสี่หมู่บ้านวางแผนการทำงานร่วมกันยังมีความเป็นไปได้ยากและแต่ละหมู่บ้านก็ยังไม่เคยทำงานร่วมกัน ดังนั้นรูปแบบการบริหารจัดการที่เหมาะสม คือ การเริ่มทำจากหมู่บ้านของตนเอง เป็นการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยมีกิจกรรมหลักอยู่ในสวน เรียนรู้วิถีชีวิตของชุมชน ส่วนเรื่องแผนพัฒนาการท่องเที่ยว ทางชุมชนยังไม่ได้กำหนดรูปแบบที่ชัดเจนว่าจะมีทิศทางดำเนินการอย่างไรต่อไป

ภายหลังจากการจัดกิจกรรมทดลองโปรแกรมการท่องเที่ยว ได้มีผู้ประกอบการที่เข้าร่วมกิจกรรมมองเห็นศักยภาพทั้งในเรื่องคนและสถานที่ของสวนสนาม บ้านผาแบ่นประกอบกับเจ้าของสวนมีความต้องการอยากที่จะพัฒนาสวนเกษตรของตนเองให้กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยว ทางผู้ประกอบการจึงได้เข้าไปให้คำแนะนำต่าง ๆ ทำให้ปัจจุบันนี้ “สวนสนาม” สามารถดำเนินการจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวได้และมีโปรแกรมการท่องเที่ยวที่ชัดเจน โดยดำเนินการภายใต้แนวคิดสวน 3 ธรรม ได้แก่ ธรรมมะ ธรรมชาติ และ วัฒนธรรม และเริ่มมีนักท่องเที่ยวเข้ามาเยี่ยมชมสร้างรายได้ให้กับชุมชนแล้ว ซึ่งนอกจากความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติภายในสวน สวนสนามยังตั้งอยู่ใกล้แหล่งท่องเที่ยวหลัก อาทิ วัดพระพุทธบาทภูควายเงิน วัดถ้ำผาแบ่น จุดชมวิวริมแม่น้ำโขง เป็นต้น

“ส่วนตัวไม่ได้มองการท่องเที่ยวแค่เป็นการเพิ่มรายได้ ไม่ใช่อยากจะเอาเงินจากคนที่มาเที่ยว แต่อยากทำการท่องเที่ยวให้เหมือนมีแขกมาเยี่ยม มีญาติมาเยือนมันจะมีความรู้สึกสุขใจมากกว่าแค่การมองไปที่เรื่องรายได้” (อัจฉรา โรจน์ประภาพร, สัมภาษณ์, 9 กันยายน 2561)

อภิปรายผลการศึกษา

ชุมชนบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่น เป็นชุมชนสังคมชนบท ชาวบ้านในชุมชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตร มีการปลูกไม้ผลที่หลากหลาย ด้วยความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติและวัฒนธรรมและภูมิปัญญาชุมชนทำให้บ้านผาแบ่นและบ้านบุฮมมีศักยภาพในการดึงดูดใจด้านการเกษตร สามารถพัฒนาให้กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เทพกร ณ สงขลา (2556) ได้กล่าวว่า การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรบนฐานทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่นให้มีมูลค่าที่สูงขึ้นต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

ที่มุ่งเน้นการทำการเกษตรรวมถึงรักษาวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน ซึ่งจากคำบอกเล่าของแกนนำในชุมชน คนในชุมชนส่วนใหญ่ไม่รู้จักการท่องเที่ยวโดยชุมชน ชาวบ้านยังไม่มีการรวมกลุ่มต่างคนต่างทำประกอบอาชีพของตนเอง นิรมล พงศ์สถาพร (2551) กล่าวว่าการมีส่วนร่วมถือเป็นหัวใจหลักในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน ดังนั้นควรมีการสร้างความรู้ความเข้าใจและกระตุ้นให้ชุมชนเกิดการมีส่วนร่วม วางแผนพัฒนาจัดการด้านการบริหารการท่องเที่ยว หากคนในชุมชนสามัคคีกัน มีความคิดริเริ่ม มีการประเมินศักยภาพของตนเองและต้องการอยากที่จะร่วมกันพัฒนาชุมชนให้มีประสิทธิภาพ ชุมชนบ้านผาแบ่นและบ้านบุฮมก็จะมีศักยภาพมากพอที่จะก้าวไปสู่ชุมชนการท่องเที่ยวได้ และการสร้างตัวอย่างของการท่องเที่ยวที่ประสบความสำเร็จให้เห็น ก็ถือเป็นการเริ่มต้นที่ดีดังเช่น"สวนสนาม"บ้านผาแบ่น สามารถพัฒนาให้กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้เพราะเจ้าของสวนมีความต้องการเป็นการระเบิดจากภายใน สร้างความเข้มแข็งผ่านการพัฒนาตนเอง มีความต้องการที่จะพัฒนาชุมชนให้มีประสิทธิภาพ และการที่ได้มีผู้ประกอบการเข้ามาให้คำแนะนำทำให้การพัฒนาสามารถไปได้เร็ว ดังสอดคล้องกับวิทยาลัยวิจัยเพื่อท้องถิ่น (2556) ได้ข้อค้นพบประการหนึ่งจากประสบการณ์ในการสนับสนุนชุมชนให้สามารถจัดการท่องเที่ยว ได้ทั้งในมิติของงานวิจัยและมิติของงานพัฒนา นั้นคือ ในกระบวนการสนับสนุนชุมชนให้เกิดผลสำเร็จ และเกิดการสร้างกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องนั้น จำเป็นที่จะต้องมี"พี่เลี้ยง"ในการหนุนเสริม และจัดกระบวนการ สร้างการเรียนรู้ให้กับชุมชนท่องเที่ยวตลอดเส้นทางการพัฒนาการท่องเที่ยวของชุมชน

สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยชุมชน ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย มีขอบเขตเชิงพื้นที่ คือ บ้านบุฮมและบ้านผาแบ่น ซึ่งจากการศึกษาศักยภาพและทรัพยากรการท่องเที่ยวพบว่าชุมชนบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่น เป็นชุมชนเกษตรกรรม สามารถปลูกไม้ผลได้ผลผลิตตลอดทั้งปี มีอาหารพื้นถิ่นที่ขึ้นชื่อ มีสวนเกษตรผสมผสานที่น่าสนใจ ได้แก่ สวนโอปอบ้านบุฮมและสวนสนามบ้านผาแบ่น และจากการศึกษาด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก การประชุมกลุ่มย่อย และการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม พิจารณาจากองค์ประกอบที่สำคัญที่แต่ละชุมชนควรจะมีในการพัฒนาชุมชนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวชุมชน คือ ศักยภาพคน ศักยภาพพื้นที่ และศักยภาพด้านการจัดการ พบว่าบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่นมีศักยภาพพื้นที่ที่โดดเด่น คือ ทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรมประเพณีภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบสานต่อกันมาและคนในชุมชนรู้จักรักและหวงแหนทรัพยากรในชุมชนของตน ถึงแม้ยังต้องพัฒนาในเรื่องศักยภาพคนและด้านการจัดการแต่โดยรวมชุมชนบ้านบุฮมและบ้านผาแบ่นสามารถจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนได้

จากการจัดกิจกรรมทดลองโปรแกรมท่องเที่ยว ตำบลบุฮม อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย และได้มีการร่วมกันสรุปบทเรียนจากการทดลองโปรแกรมท่องเที่ยวโดยชุมชนวิเคราะห์หาแนวทางการดำเนินงานขั้นต่อไปผ่านกิจกรรมสนทนากลุ่มพบว่า แต่ละชุมชนย่อมมีเอกลักษณ์เป็นของตัวเองและชุมชนยังไม่พร้อมต่อการทำงานร่วมกัน ดังนั้นชุมชนควรมีการเริ่มจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวจากภายในสวนเกษตรของตนเองก่อน ดังเช่น “สวนสนาม” บ้านผาแบ่น ที่สามารถจัดการสวนเกษตรให้กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวและมีโปรแกรมการท่องเที่ยวที่ชัดเจน โดยเป็นโปรแกรมที่มีกิจกรรมหลักอยู่ภายในสวนเกษตร เช่น การทำขันหมากเบ็ง เก็บวัตถุดิบภายในสวนมาทำอาหาร และมีการนั่งรถเที่ยวชมแหล่งท่องเที่ยวสำคัญต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้กับสวนเกษตร เช่น วัดพระพุทธบาทภู

ควายเงิน วัดถ้ำผาแบ่น เห็นได้ว่าความสำเร็จในขั้นต้นเกิดจากความต้องการของเจ้าของสวน ที่มีใจอยากจะนำเสนอจุดเด่นของชุมชนผ่านกิจกรรมการท่องเที่ยว และการที่มีผู้ประกอบการเข้ามาให้คำแนะนำทำให้สามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้เร็ว และในอนาคตหากสวนสนามกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียง มีการจัดการที่ดี ก็สามารถเป็นตัวอย่างให้คนในชุมชนได้เห็นและเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในด้านพัฒนาชุมชนควรมีการเข้ามาส่งเสริมเรื่องการท่องเที่ยวโดยชุมชนแบบจริงจัง สร้างจิตสำนึกเพื่อให้ชุมชนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องท่องเที่ยวชุมชนที่ถูกต้อง ชุมชนมีการรวมตัวกันวางแผนและตัดสินใจร่วมกันต่อเรื่องการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน

2. จัดกิจกรรมศึกษาดูงานในชุมชนท่องเที่ยวที่ประสบความสำเร็จเพื่อให้ชุมชนได้ศึกษาผลดี ผลเสีย ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ แล้วกลับมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ของตนเอง

เอกสารอ้างอิง

ชัยวัฒน์ จันทร์ชื่น. 2561. **สัมภาษณ์**, 2 ตุลาคม 2561.

เชาว์ มูลศิริ. 2561. **สัมภาษณ์**, 9 กันยายน 2561.

เทพกร ณ สงขลา. 2556. **รูปแบบการจัดการทรัพยากรเกษตรเพื่อการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ยั่งยืนในอำเภอช้างกลาง จังหวัดนครศรีธรรมราช**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรเกษตรเขตร้อน, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิรมล พงศ์สถาพร. 2551. **การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการการท่องเที่ยว :กรณีศึกษาแหล่งโบราณคดีบ้านโป่งมะนาว ตำบลห้วยขุนราม อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชามานุษยวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พจนา สวนศรี. 2546. **คู่มือการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน**. โครงการท่องเที่ยวเพื่อชีวิตและธรรมชาติ, กรุงเทพฯ.

พนม นันทะคำ. 2561. **สัมภาษณ์**, 20 กันยายน 2561.

วิทยาลัยวิจัยเพื่อท้องถิ่น. 2561. **พี่เลี้ยงชุมชน...การท่องเที่ยวโดยชุมชน**. แหล่งที่มา: www.cbti.org/.../9e8ae058a42608ca25766 ae01202ddc2f8429255.doc, 22 ตุลาคม 2561.

ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจ ธุรกิจและเศรษฐกิจฐานราก ธนาคารออมสิน. 2561. **การท่องเที่ยวชุมชน**. แหล่งที่มา: https://www.gsb.or.th/getattachment/36295a2d-169a-4bc4-8ecc-38d3769b1211/GR_report_travel_internet_detail.aspx, 25 ตุลาคม 2561.

สุจิตร จันทะคำแพง. 2561. **สัมภาษณ์**, 10 กันยายน 2561.

อัจฉรา โรจน์ประภาพร. 2561. **สัมภาษณ์**, 9 กันยายน 2561.

การพัฒนาธนาคารปูม้าโดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

The Development of Blue Crab Bank by Participation with Local Fishery Group Ban Hin Gob, Chumko Sub-District, Patew District, Chumporn Province

วิษณุกร เบ๊ะกี[1*] และ พีรชัย กุลชัย[1]

Witsanukorn Beh-Kee[1*] and Peerachai Kullachai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ การจัดตั้งและการดำเนินงานของธนาคารปูม้าบ้านหินกบ และศึกษาแนวทางในการพัฒนาธนาคารปูม้าบ้านหินกบโดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ จากการศึกษาพบว่า ชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบมีการทำประมงพื้นบ้านมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2521 จนประสบกับปัญหาการลดจำนวนลงของปูม้า จึงได้มีการรวมกลุ่มกันเพื่อจัดตั้งธนาคารปูม้าขึ้น โดยการดำเนินงานคือ จะรับซื้อเฉพาะปูม้าที่มีไข่นอกกระดองเพื่อนำลูกปูม้ามาอนุบาลและปล่อยคืนสู่ทะเล โดยเมื่อเกิดการจัดตั้งธนาคารปูม้าขึ้นทางกลุ่มจึงอยากที่จะพัฒนา โดยแนวทางการพัฒนามีดังนี้ (1) แนวทางการพัฒนาธนาคารปูม้าเป็นศูนย์การเรียนรู้และสถานที่ท่องเที่ยว (2) แนวทางการเพิ่มองค์ความรู้ให้กับสมาชิกธนาคารปูม้าและการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์การพักแม่ปูม้า (3) แนวทางการสร้างแนวกันคลื่นให้กับธนาคารปูม้า (4) แนวทางการดูแลอุปกรณ์การพักแม่ปูม้าในช่วงมรสุม

ABSTRACT

In this research, the objective knowledge of local fishery group Ban Hin Gob the founding and the procedure of blue crab bank were studied to find a method to develop blue crab bank in cooperation with the fishery community using qualitative research method. The study shows that, Ban Hin Gob have been doing fishery since 1978 and because of the decreasing amount of blue crab. The blue crab bank was founded. The procedure run by buying female specimens with eggs locate outside of their shell later on release to the sea. The foundation of blue crab bank the development method in this study 4 approaches 1) Develop the crab bank into learning center and tourist. 2) Improve the member's knowledge level about blue crab, increase amount of devices used in the pond. 3) Building a breakwater for blue crab bank. 4) Device usage in pond for female specimen during storm season.

Key Words : Development, Blue Crab bank, Local Fishery

* Corresponding author ; e-mail address: waraporn28366@gmail.com

[1]ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Agricultural Development and Resource Management , Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute Technology Ladkabang , Bangkok 10520

คำนำ

บ้านหินกบ หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร เป็น 1 ใน 14 หมู่ของตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร โดยมีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 298 ครัวเรือนและมีจำนวนประชากรทั้งหมด 840 คน ซึ่งประกอบอาชีพประมงพื้นบ้านเพียง 37 คนเท่านั้น (ที่ว่าการอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร, 2561) โดยชาวประมงพื้นบ้านส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในพื้นที่บ้านหินกบ โดยวิถีชีวิตของชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบจะใช้ชีวิตแบบเรียบง่ายส่วนใหญ่จะใช้ชีวิตอยู่กับการออกเรือไปจับสัตว์น้ำและจะมีฐานะที่ยากจน โดยสัตว์น้ำที่ชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบจับมาได้ส่วนใหญ่จะเป็นปูม้าประมาณ 80% ส่วนสัตว์น้ำอื่น ๆ จะมีปริมาณน้อยรองลงมา โดยเดือนมิถุนายน ถึง กรกฎาคม จะเป็นช่วงที่ชาวประมงพื้นบ้านจับปูม้าได้เยอะที่สุด แต่เมื่อมีการออกเรือประมงมากยิ่งขึ้นประกอบกับการจับปูม้ากันอย่างไม่มีการอนุรักษ์ จึงทำให้ทรัพยากรปูม้าลดลงและส่งผลกระทบต่อรายได้ของชาวประมงพื้นบ้านหมู่ที่ 6 ดังนั้นชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบจึงเกิดการรวมกลุ่มกันเพื่อจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบขึ้น(ทรงชัย อยู่เย็น, สัมภาษณ์, 14 กันยายน 2561)

ธนาคารปูม้าบ้านหินกบ หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร จัดตั้งขึ้นมาในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 มีจำนวนสมาชิกทั้งหมด 14 คน เป็นการรวมกลุ่มกันของชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบในพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาการลดจำนวนลงของปูม้าในทะเลบ้านหินกบ โดยได้รับการสนับสนุนจากเครือข่ายประมงชายฝั่ง อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ในเรื่องของงบประมาณในการจัดตั้งธนาคารปูม้า ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาหลักในการจัดตั้ง โดยการจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบขึ้นมานั้นชาวประมงพื้นบ้านคนอื่น ๆ ในพื้นที่จะได้รับประโยชน์จากการที่มีจำนวนปูม้าเพิ่มขึ้นคือ จะมีรายได้จากการออกหาปูม้าเหมือนเดิมหรืออาจมีรายได้ที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย อีกทั้งยังได้เป็นการปลูกจิตสำนึกของคนในชุมชนชายฝั่งให้มีการอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนประชากรปูม้าให้กลับคืนสู่ท้องทะเลดังเดิม เมื่อมีการจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบขึ้นมาแล้วนั้นทางกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบยังอยากที่จะมีการพัฒนาธนาคารปูม้าบ้านหินกบไปในทิศทางอื่น ๆ ไม่ใช่เป็นเพียงแค่ธนาคารปูม้าธรรมดา ซึ่งการพัฒนานี้จะช่วยในเรื่องรายได้ของกลุ่มประมงพื้นบ้านให้มีรายได้เพิ่มขึ้นแต่ยังคงการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งให้มีความอุดมสมบูรณ์ต่อไป ผู้ทำวิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาธนาคารปูม้าโดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มประมงพื้นบ้านบ้านหินกบ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร
2. เพื่อศึกษาการจัดตั้งและการดำเนินงานของธนาคารปูม้าบ้านหินกบ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาธนาคารปูม้าบ้านหินกบโดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มประมงพื้นบ้านบ้านหินกบ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่องการพัฒนาธนาคารปูม้าโดยการมีส่วนร่วมของกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ สมาชิกกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบจำนวน 14 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ เส้นเวลา (Timeline) ปฏิทินการทำประมง การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง และ SWOT Analysis ในการจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group)

ขั้นตอนในการศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 จัดสนทนากลุ่ม (Focus Group) ครั้งที่ 1 กับกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ ซึ่งเป็นวิธีการการมีส่วนร่วมกับกลุ่มประมงพื้นบ้าน ในการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันกับผู้วิจัย เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มประมงพื้นบ้าน ประกอบไปด้วย ประวัติของชาวประมงพื้นบ้าน และช่วงเวลาในการทำประมงพื้นบ้าน โดยใช้เครื่องมือเส้นเวลา (Timeline) และปฏิทินการทำประมง ซึ่งได้ดำเนินงานตามขั้นตอนวันที่ 24 สิงหาคม 2561

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาข้อมูลการจัดตั้งและการดำเนินงานของธนาคารปูม้าบ้านหินกบกับกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ โดยใช้เครื่องมือการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ซึ่งได้ดำเนินงานตามขั้นตอนวันที่ 14 กันยายน 2561

ขั้นตอนที่ 3 จัดสนทนากลุ่ม (Focus Group) ครั้งที่ 2 กับกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ ซึ่งเป็นวิธีการการมีส่วนร่วมกับกลุ่มประมงพื้นบ้าน ในการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันกับผู้วิจัย เพื่อรวบรวมข้อมูล จุดแข็ง,จุดอ่อน,โอกาส และอุปสรรค ในการที่จะนำมาเสนอแนวทางในการพัฒนาธนาคารปูม้าบ้านหินกบ โดยใช้เครื่องมือ SWOT Analysis ซึ่งได้ดำเนินงานตามขั้นตอนวันที่ 21 กันยายน 2561

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ผ่านการจัดกิจกรรมการสนทนากลุ่ม(Focus group) เส้นเวลา (Timeline) ปฏิทินการทำประมง และ SWOT Analysis โดยเป็นการวิเคราะห์สาเหตุและผล (Cause and Effect Analysis) เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ให้เห็นว่าจากผลมาจากเหตุ คือ วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นย้อนกลับมาให้เห็นว่าเกิดมาจากเหตุปัจจัยใดบ้าง หรือวิเคราะห์เหตุไปหาผลคือ วิเคราะห์จากเหตุไปหาผล โดยวิเคราะห์ให้เห็นว่าเมื่อเหตุนี้เกิดขึ้นได้นำไปสู่ผลที่เกิดขึ้นอะไรบ้าง

ผู้วิจัยทำการศึกษากับกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ ระหว่างเดือนมิถุนายน 2561 ถึง ตุลาคม 2561

ผลและอภิปรายผล

ประวัติของชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ

ประวัติความเป็นมาของชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร แบ่งออกเป็น 3 ช่วงดังนี้ (Figure 1)

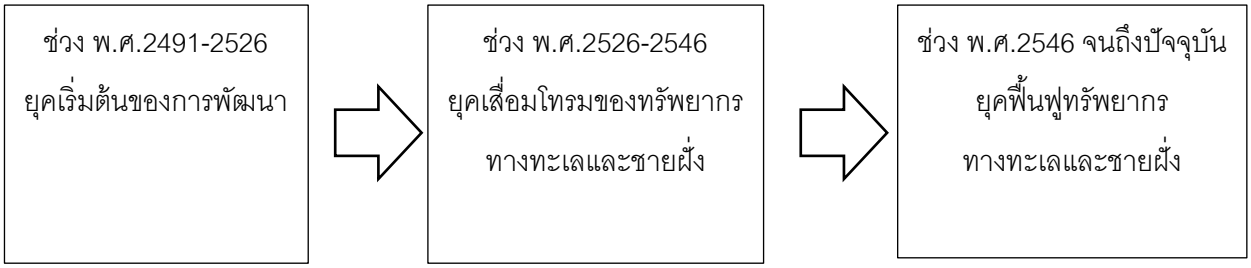


Figure 1 Timeline of community development

ช่วง พ.ศ.2491-2526 ยุคเริ่มต้นของการพัฒนาชุมชนบ้านหินกบ

ชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบได้มีการเข้ามาอยู่อาศัยในพื้นที่ โดยคนที่เข้ามาอยู่อาศัยเป็นคนแรกนั่นก็คือ นายเรียง เหล็กแก้ว ซึ่งอพยพมาจากอำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ในตอนนั้นพื้นที่ของชุมชนบ้านหินกบยังเป็นป่ารกร้าง และติดกับทะเล นายเรียง เหล็กแก้ว จึงได้ทำการถางเพื่อทำเป็นที่อยู่อาศัยและประกอบอาชีพเกษตรกรรมโดยเป็นการทำสวนมะพร้าวเพียงอย่างเดียวยังไม่มีการทำประมงแต่อย่างใด ต่อมาคนในชุมชนบ้านหินกบได้เริ่มมีการประกอบอาชีพการทำประมง ซึ่งอุปกรณ์ในการทำประมงนั้นก็จะทำขึ้นมาเองและใช้เรือขนาดเล็กในการออกทะเลเพื่อจับสัตว์น้ำ

ช่วง พ.ศ.2526-2546 ยุคเสื่อมโทรมของทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง บ้านหินกบ

ชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบประสบกับปัญหาสัตว์น้ำในทะเล และปูม้ามีจำนวนลดลง เนื่องจากชาวประมงพื้นบ้านบ้านหินกบจับสัตว์น้ำและปูม้าในปริมาณที่มากขึ้นและใช้อุปกรณ์ที่ทางราชการห้ามใช้ อีกทั้งยังจับกันแบบไม่มีการอนุรักษ์ และจับในฤดูวางไข่ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักในการทำให้สัตว์น้ำ และปูม้าในทะเลบ้านหินกบมีจำนวนที่ลดน้อยลงไป โดยต่อมาทางกรมประมง จังหวัดชุมพร ได้เข้ามาส่งเสริมให้ชาวประมงพื้นบ้านเลี้ยงหอยแมลงภู่ และทำบ้านปลาเพื่อเพิ่มจำนวนสัตว์น้ำ และปูม้าในทะเลที่ลดลง

ช่วง พ.ศ.2546 จนถึงปัจจุบัน ยุคฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง บ้านหินกบ

เมื่อเกิดปัญหาการลดจำนวนลงของสัตว์น้ำ และปูม้าในทะเลบ้านหินกบ จึงได้มีการรวมกลุ่มกันของชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ เพื่อทำบ้านปลาและธนาคารปูม้าขึ้น แต่ก็ต้องล้มเหลวลงไปเพราะคนในชุมชนไม่มีใครสนใจและเห็นด้วย จึงส่งผลให้จำนวนปูม้าในทะเลบ้านหินกบลดลงเรื่อยมา ต่อมาชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบก็ได้มีการร่วมกลุ่มกันอีกครั้ง ในการจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบขึ้น เพื่อทำการอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนของปูม้าให้มีมากยิ่งขึ้น โดยแต่ละปีชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบจะออกจับสัตว์น้ำกันทุกเดือนแต่อุปกรณ์ที่ใช้จะแตกต่างกันออกไป (Figure 2) ซึ่งสัตว์น้ำที่จับได้มากที่สุดจะเป็นปูม้า แต่เมื่อมีการออกเรือจับกันมากขึ้นประกอบกับการจับที่ไม่มีการอนุรักษ์ ทำให้ชาวประมงพื้นบ้านในพื้นที่เริ่มประสบกับปัญหานี้อย่างหนัก และเริ่มมีการให้ความร่วมมือกับทางกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบกันมากยิ่งขึ้นกว่าแต่ก่อน จึงทำให้ธนาคารปูม้าบ้านหินกบจัดตั้งและดำเนินงานมาได้จนถึงปัจจุบัน

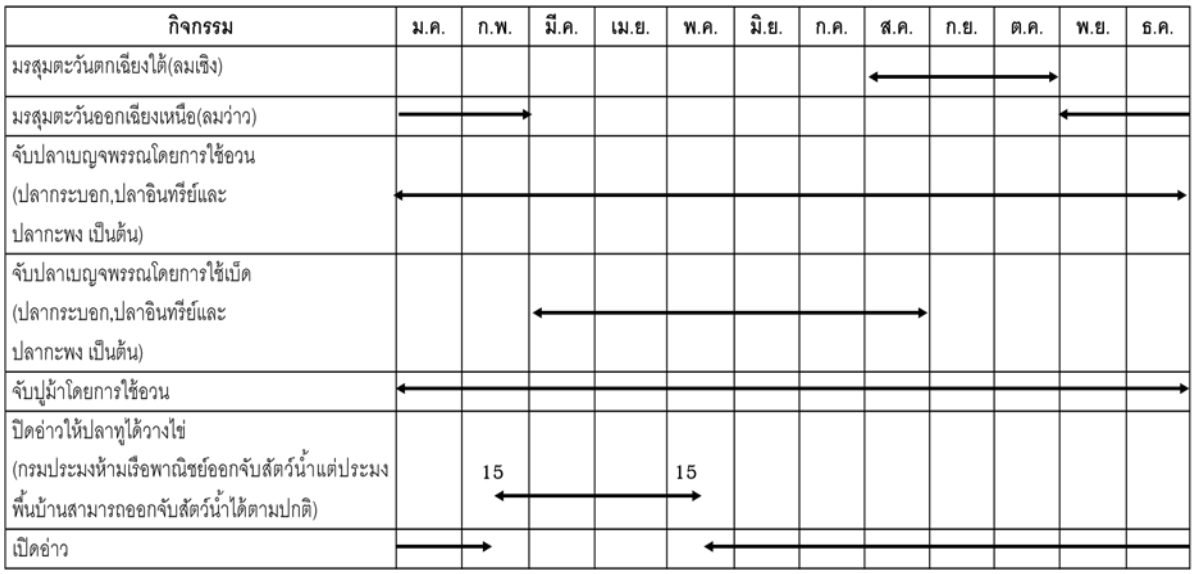


Figure 2 Timeline of local fishery

การจัดตั้งและการดำเนินงานของธนาคารปูม้าบ้านหินกบ

การจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบมีที่มาจากปัญหาการลดจำนวนลงของปูม้าในทะเลจากการจับของชาวประมงพื้นบ้านที่มากขึ้นและเป็นการจับกันอย่างไม่มีการอนุรักษ์ *"ในตอนนั้นแย่มากประสบปัญหาอย่างหนักรายได้ไม่ค่อยดีเพราะปูม้าจับได้น้อยลง"* (ทรงชัย อยู่เย็น, สัมภาษณ์, 14 กันยายน 2561) จึงเกิดการรวมกลุ่มกันของชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบในการจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบขึ้น ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2561 โดยขั้นตอนในการจัดตั้งนั้นเริ่มจากการที่ทางกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบได้เข้าไปเจรจาต่อสำนักงานเจ้าท่าจังหวัดชุมพร เพื่อขอทำการขุดลอกท่าจอดเรือของชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบเพื่อให้ชาวประมงพื้นบ้านในพื้นที่สามารถเคลื่อนย้ายสัตว์น้ำที่ตนจับมาได้สะดวก ต่อมาได้มีการพูดคุยกับชาวประมงพื้นบ้านในพื้นที่เรื่องการจัดตั้งธนาคารปูม้าให้ชาวประมงในพื้นที่ได้รับทราบ และได้เข้าร่วมประชุมกับทางเครือข่ายประมงชายฝั่ง อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพรในเรื่องของงบประมาณสนับสนุนการจัดตั้งธนาคารปูม้า นอกจากนี้ยังมีการเปิดรับบริจาคจากคนในชุมชนบ้านหินกบ เมื่อมีงบประมาณในการจัดตั้งเพียงพอจึงได้ดำเนินการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ได้แก่ สายออกซิเจน เครื่องทำออกซิเจน เป็นต้น มาทำการติดตั้งภายในโรงเรือนที่มีอยู่เดิมของทางกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบและเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วทางกลุ่มจึงได้เริ่มดำเนินงานกิจกรรมของทางธนาคารปูม้าเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน โดยผู้ที่มีแนวคิดในการก่อตั้งและชักชวนคนอื่น ๆ คือนายทรงชัย อยู่เย็น ชาวประมงพื้นบ้านในพื้นที่ มีจำนวนสมาชิกในการจัดตั้งทั้งหมด 14 คน ซึ่งรูปแบบของธนาคารปูม้าบ้านหินกบนั้นเป็นรูปแบบโรงเรือนในหมู่บ้านชาวประมง โดยการดำเนินงานทางธนาคารปูม้าจะรับซื้อเฉพาะแม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองเท่านั้น ซึ่งโครงสร้างการดำเนินงานของธนาคารปูม้าเป็นดังภาพ (Figure 3)

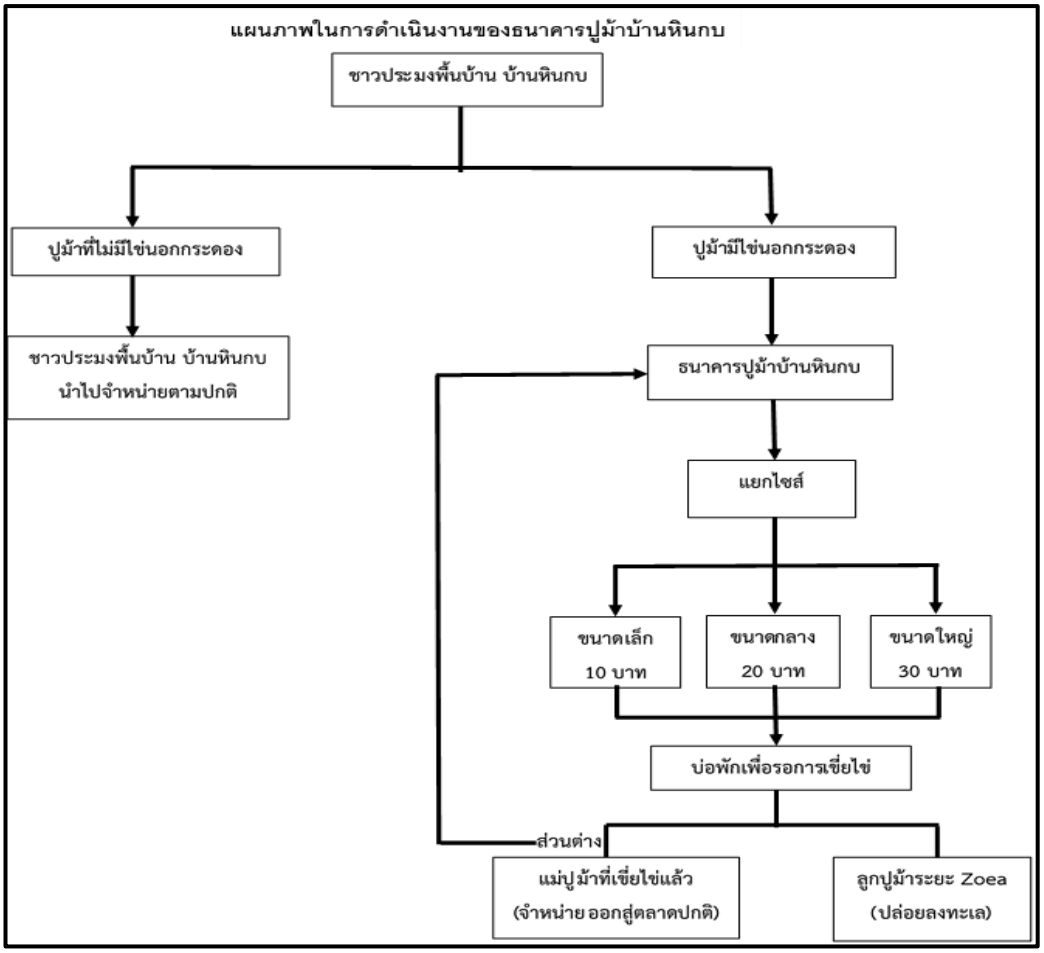


Figure 3 Chart of blue crab bank

จากภาพโครงสร้างการดำเนินงานของธนาคารปูม้ามีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. รับซื้อแม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองจากชาวประมงพื้นบ้าน

2. ทางกลุ่มนำแม่ปูม้าที่รับซื้อมาแยกขนาดโดยจะมีด้วยกัน 3 ขนาดซึ่งแต่ละขนาดจะมีราคาที่แตกต่างกันในการรับซื้อคือขนาดเล็กราคา 10 บาท/ตัว, ขนาดกลางราคา 20 บาท/ตัว และขนาดใหญ่ราคา 30 บาท/ตัว

3. นำแม่ปูม้าที่ผ่านการแยกขนาดแล้วมาพักในถังพักเพื่อรอให้แม่ปูม้าทำการเขี่ยไข่

4. เมื่อแม่ปูม้าเขี่ยไข่เสร็จแล้วทางกลุ่มจะนำแม่ปูม้าขายออกสู่ตลาดเพื่อนำเงินส่วนต่างที่ขายแม่ปูม้าได้นั้นมาหมุนเวียนในการซื้อแม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองจากชาวประมงพื้นบ้านในครั้งต่อไป

5. ทำการอนุบาลลูกปูม้าให้เจริญเติบโตจนถึงระยะ Zoea แล้วจึงนำลูกปูม้าในระยะนี้ปล่อยคืนสู่ทะเล

แนวทางการพัฒนาธนาคารปูม้าบ้านหินกบ

เป้าหมายในการพัฒนาคือ การพัฒนาคุณภาพชีวิตของกลุ่มประมงพื้นบ้านบ้านหินกบให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นอีกทั้งยังคงการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งให้มีความอุดมสมบูรณ์ต่อไป โดยจากการทำ SWOT Analysis ได้แนวทางในการพัฒนาธนาคารปูม้าบ้านหินกบดังนี้

1. **แนวทางการพัฒนาธนาคารปูม้าเป็นศูนย์การเรียนรู้และสถานที่ท่องเที่ยว**

เนื่องจากธนาคารปูม้าบ้านหินกบนั้นมีจุดแข็ง คือ สมาชิกในธนาคารปูม้าบ้านหินกบให้ความร่วมมือและมีความสามัคคีเป็นอย่างดี อีกทั้งสถานที่ตั้งของธนาคารปูม้าบ้านหินกบนั้นอยู่ติดกับทะเลจึงทำให้สะดวกเวลาที่จะมีนักท่องเที่ยวหรือผู้ที่มาศึกษาดูงานมาปล่อยลูกปูม้าลงสู่ทะเล โดยประกอบกับโอกาสที่ทางธนาคารปูม้าบ้านหินกบมีคือ การที่มีผู้คนภายนอกให้ความสนใจในเรื่องของการทำธนาคารปูม้าบ้านหินกบ,มีเครือข่ายประมงชายฝั่งอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ในการสนับสนุนเรื่องการประชาสัมพันธ์หากมีการทำการท่องเที่ยว และสถานที่ตั้งธนาคารปูม้าอยู่ใกล้กับท่าจอดเรือประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบและเกาะไข่จึงทำให้สามารถใช้โอกาสนี้ในการสร้างจุดสนใจให้กับนักท่องเที่ยวได้เดินทางมาท่องเที่ยวที่ธนาคารปูม้าบ้านหินกบได้ โดยถ้ามีการจัดตั้งเป็นศูนย์การเรียนรู้นั้น จะเป็นการบรรยายให้กับผู้ที่สนใจในเรื่องของการทำธนาคารปูม้า เช่น ที่มาในการจัดตั้ง วิธีการจัดตั้ง และโครงสร้างในการดำเนินงาน เป็นต้น อีกทั้งยังให้ผู้ที่มาศึกษาดูงานได้ร่วมปล่อยลูกปูม้าลงสู่ทะเล ส่วนการพัฒนาให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวนั้น จะมีกิจกรรมอื่น ๆ นอกเหนือจากการปล่อยลูกปูม้าลงสู่ทะเลให้นักท่องเที่ยวได้เลือก เช่น การดำน้ำดูปะการังที่เกาะไข่ เป็นต้น

2. **แนวทางการเพิ่มองค์ความรู้ให้กับสมาชิกธนาคารปูม้าและการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์การพักแม่ปูม้า**

เนื่องจากจุดอ่อนของธนาคารปูม้าบ้านหินกบ คือ การขาดองค์ความรู้ในเรื่องของปูม้า เช่น การดูแลแม่ปูม้า สีของไข่แม่ปูม้าที่พร้อมเขี่ย และการอนุบาลลูกปูม้า เป็นต้น ในสมาชิกบางคนของกลุ่ม อีกทั้งอุปกรณ์ในการพักแม่ปูม้าในธนาคารปูม้ายังมีไม่เพียงพอต่อจำนวนของแม่ปูม้า โดยจะใช้โอกาสที่ทางธนาคารปูม้าบ้านหินกบมีมาแก้ไขจุดอ่อนตรงนี้นั้นก็คือ ธนาคารปูม้าบ้านหินกบอยู่ใกล้กับทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมองค์ความรู้ในพื้นที่ โดยให้อาจารย์จากสจล. วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์มาเป็นวิทยากรในการอบรมให้ความรู้ในเรื่องของปูม้ากับทางสมาชิกของกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบที่ยังขาดองค์ความรู้ในเรื่องการดูแลแม่ปูม้า สีของไข่แม่ปูม้าที่พร้อมเขี่ย และการอนุบาลลูกปูม้า เป็นต้น อีกทั้งยังมีเครือข่ายประมงชายฝั่ง อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพรที่ให้การสนับสนุนเพื่อทำ

เรื่องขอสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ในการพักแม่ปูม้าให้มีจำนวนที่เพียงพอต่อจำนวนของแม่ปูม้าที่มีอยู่ในธนาคารปูม้าบ้านหินกบ

3. แนวทางการสร้างแนวกันคลื่นให้กับธนาคารปูม้า

เนื่องจากอุปสรรคของธนาคารปูม้าบ้านหินกบ คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่ต้องประสบในทุก ๆ ปี ซึ่งสถานที่ตั้งของธนาคารปูม้าตั้งอยู่ติดบริเวณชายฝั่ง ดังนั้น เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบและสร้างความเสียหายให้กับธนาคารปูม้าบ้านหินกบจึงควรที่จะมีการสร้างแนวกันคลื่นนี้ โดยใช้จุดแข็งที่ทางธนาคารปูม้ามีนั่นก็คือ ความร่วมมือกันของสมาชิกธนาคารปูม้าบ้านหินกบในการสร้างแนวกันคลื่นขึ้นมาเพื่อป้องกันคลื่นทะเลที่จะมาพร้อมกับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

4. แนวทางการดูแลอุปกรณ์การพักแม่ปูม้าในช่วงมรสุม

เนื่องจากจุดอ่อนของธนาคารปูม้าบ้านหินกบ คือ อุปกรณ์ในการพักแม่ปูม้ามีไม่เพียงพอต่อจำนวนแม่ปูม้าในธนาคารปูม้า และมีอุปสรรคคือ การประสบกับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในทุก ๆ ปี ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันจุดอ่อนและหลีกเลี่ยงอุปสรรคจึงควรใช้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญและชำนาญในเรื่องของการใช้อุปกรณ์การพักแม่ปูม้ามาดำเนินงานในส่วนของการดูแลแม่ปูม้า เพราะจะได้ไม่เกิดความเสียหายขึ้นกับอุปกรณ์ นอกจากนี้ควรมีการทำที่ป้องกันอุปกรณ์ในการพักแม่ปูม้าจากคลื่นทะเลที่จะซัดเข้ามาที่บริเวณชายฝั่งซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์เกิดการเปียกน้ำและเสียหายได้

อภิปรายผลการศึกษา

ชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบได้อพยพมาทำการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ตั้งแต่ปี พ.ศ.2491 ซึ่งในตอนนั้นได้ประกอบอาชีพการทำสวนเพียงอย่างเดียว แต่ในเวลาต่อมาได้มีการปรับเปลี่ยนมาประกอบอาชีพการทำประมงพื้นบ้าน โดยบริบทพื้นที่ของชุมชนบ้านหินกบนั้นเหมาะสมกับการทำประมงพื้นบ้านมากกว่าการทำสวน ซึ่งสอดคล้องกับ จิราพร โชติพานิช (2556) ได้กล่าวไว้ว่า การตั้งถิ่นฐานของชุมชนจะสัมพันธ์กับภูมิศาสตร์ของพื้นที่ที่ตนจะได้รับประโยชน์สูงสุด ต่อมาได้มีการจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาการลดจำนวนลงของปูม้าในท้องทะเล จากสาเหตุที่มีการจับกันมากเกินไปและจับกันอย่างไม่มีการอนุรักษ์ ซึ่งสอดคล้องกับ กรรณิการ์ นาคฤทธิ์ (2559) ได้กล่าวถึง ทรัพยากรประมงชายฝั่งที่ชาวประมงใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ “ปูม้า” เมื่อมีการใช้ทรัพยากรร่วมกันจึงต้องมีการบริหารจัดการทรัพยากรเพื่อให้มีความสอดคล้องกับจำนวนเรือที่เพิ่มมากขึ้น การจัดตั้ง “ธนาคารปูม้า” เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการทรัพยากรประมงชายฝั่ง โดยการจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบนี้เกิดจากการรวมกลุ่มกันของชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ และมีสมาชิกเริ่มแรกในการจัดตั้งจำนวนทั้งหมด 14 คน ซึ่งจากการจัดตั้งนี้จะเห็นได้ว่าเกิดจากการมีส่วนร่วมกันของคนในชุมชนที่เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งสอดคล้องกับความหมายของการมีส่วนร่วมโดย เสริมศักดิ์ ยิ้มน้อย (2558) ได้กล่าวไว้ว่า การมีส่วนร่วม หมายถึง การมีส่วนร่วมที่เป็นอิสระโดยความสมัครใจในการร่วมคิด ร่วมตัดสินใจ และร่วมลงมือการปฏิบัติ เมื่อเกิดการจัดตั้งธนาคารปูม้าแล้วนั้น ทางกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ ได้มีความคิดที่จะพัฒนาธนาคารปูม้าบ้านหินกบ ผ่านการใช้เครื่องมือ SWOT Analysis โดยได้แนวทางในการพัฒนาธนาคารปูม้าบ้านหินกบทั้งหมด 4 แนวทาง โดยแนวทางการพัฒนาธนาคารปูม้าเป็นศูนย์การเรียนรู้และสถานที่ท่องเที่ยวสอดคล้องกับบทความวิจัยของ ไกรวัล ขวัญอ่อน และคณะ (2559) ได้กล่าวไว้ว่าการทำให้กิจกรรมธนาคารปูม้าเป็นสถานที่ท่องเที่ยวและแหล่งเรียนรู้ของนักท่องเที่ยวและผู้ที่สนใจ เพื่อที่จะเป็นการเผยแพร่วิธีการช่วยอนุรักษ์พันธุ์ปูม้า และความรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้ที่สนใจหรือชาวบ้านชุมชนอื่น ๆ

สรุปผลการศึกษา

ประวัติความเป็นมาของชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบ แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ (1) ช่วง พ.ศ.2491-2526 ยุคเริ่มต้นของการพัฒนาชุมชนบ้านหินกบ (2) ช่วง พ.ศ.2526-2546 ยุคเสื่อมโทรมของทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง บ้านหินกบ (3) ช่วง พ.ศ.2546 จนถึงปัจจุบัน ยุคฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง บ้านหินกบ โดยแต่ละปีชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบจะออกจับสัตว์น้ำกันทุกเดือนแต่อุปกรณ์ที่ใช้จะแตกต่างกันออกไป ซึ่งเมื่อมีการออกเรือจับสัตว์น้ำกันมากขึ้น ทำให้จำนวนสัตว์น้ำและปูม้าในทะเลบ้านหินกบมีจำนวนลดน้อยลง จึงมีการจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบขึ้น

โดยธนาคารปูม้าบ้านหินกบมีจำนวนสมาชิกทั้งหมด 14 คน โดยธนาคารปูม้านั้นจะได้รับการสนับสนุนจากเครือข่ายประมงชายฝั่ง อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ในเรื่องของงบประมาณในการจัดตั้ง ซึ่งรูปแบบของธนาคารปูม้าบ้านหินกบนั้นเป็นรูปแบบโรงเรือนในหมู่บ้านชาวประมง โดยการดำเนินงานทางธนาคารปูม้าจะรับซื้อเฉพาะแม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองจากชาวประมงพื้นบ้านในพื้นที่เท่านั้น และนำแม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองนั้นมาพักไว้เพื่อรอให้แม่ปูม้าเขี่ยไข่เพื่อนำลูกปูม้าที่ได้มาทำการอนุบาลจนถึงระยะ Zoea แล้วจึงนำไปปล่อยคืนสู่ทะเลต่อไป

เมื่อมีการจัดตั้งธนาคารปูม้าบ้านหินกบขึ้นทางกลุ่มประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบจึงอยากที่จะมีการพัฒนาธนาคารปูม้า โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาคือ การพัฒนาคุณภาพชีวิตของกลุ่มประมงพื้นบ้านบ้านหินกบให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นอีกทั้งยังคงการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งให้มีความอุดมสมบูรณ์ต่อไป จึงได้เสนอแนวทางในการพัฒนาธนาคารปูม้าบ้านหินกบ ดังนี้ (1) แนวทางการพัฒนาธนาคารปูม้าเป็นศูนย์การเรียนรู้และสถานที่ท่องเที่ยว (2) แนวทางการเพิ่มองค์ความรู้ให้กับสมาชิกธนาคารปูม้าและการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์การพักแม่ปูม้า (3) แนวทางการสร้างแนวกันคลื่นให้กับธนาคารปูม้า (4) แนวทางการดูแลอุปกรณ์การพักแม่ปูม้าในช่วงมรสุม

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ นาคฤทธิ์. 2559. **การศึกษารูปแบบการจัดการทรัพยากรประมงชายฝั่งของชุมชนประมงพื้นบ้าน กรณีศึกษาธนาคารปูม้า ชุมชนคลอง อบต. หมู่ที่ 4 ตำบลบางแก้ว อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี**. สารนิพนธ์ปริญญาพัฒนาชุมชนมหาบัณฑิต ภาควิชาการพัฒนาชุมชน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ไกรวัล ขวัญอ่อน และคณะ. 2559. “แนวทางการสร้างความยั่งยืนของกิจกรรมธนาคารปูม้า ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี.” **วารสารศิลปากร**. 9(1) : 456-469.

จิราพร โชติพานิช. 2556. **การจัดการทรัพยากรชายฝั่งโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน : กรณีศึกษาชุมชนบากันเคย ตำบลตันหยงโป อำเภอเมือง จังหวัดสตูล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาไทยคดีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ทรงชัย อยู่เย็น. 2561. ผู้จัดการธนาคารปูม้าบ้านหินกบ. **สัมภาษณ์**, 14 กันยายน 2561.

ที่ว่าการอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร. 2561. **ข้อมูลความจำเป็นพื้นฐานปี 2561 ระดับหมู่บ้าน**. ชุมพร.

เสริมศักดิ์ ยิ้มน้อย. 2558. **ความหมายการมีส่วนร่วม**. แหล่งที่มา : http://coopthai9.blogspot.com/, 14 ตุลาคม 2561.

การออกแบบกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชนโดยการมีส่วนร่วม ของประชาชน บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

DESIGN THE COMMUNITY MASTER PLAN PROCESS BY PUBLIC PARTICIPATION OF BAN THAM KHAO PRU, CHUM KHO SUB-DISTRICT, PATHIU DISTRICT, CHUMPHON PROVINCE

อดิศักดิ์ อ่ำเทศ[1*] และ พีรชัย กุลชัย[1]

Adisak Amthed[1*] and Peerachai Kullachai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลชุมชน 2) ทบทวนศักยภาพของชุมชนและพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน 3) ออกแบบกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก การศึกษาชุมชน และการจัดเวทีชุมชน ซึ่งผู้ให้ข้อมูลหลัก จำนวน 17 ราย จากการศึกษาพบว่า 1) บ้านถ้ำเขาพลูมี 182 ครัวเรือน จำนวนประชากร 506 คน ชาย 230 คน หญิง 276 คน เป็นหมู่บ้านขนาดกลาง ชุมชนมีทุนชุมชนและแหล่งทรัพยากรต่างๆ เช่น วัดถ้ำเขาพลู ประเพณีแก้สินบนปีขึ้นถ้ำเขาพลู ค่างแว่นถิ่นใต้ และภูมิปัญญาการตีเหล็ก เป็นต้น 2) มีการทดสอบความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ก่อนการอบรม 5.6 คะแนน หลังการอบรม 6.8 คะแนน 3) การออกแบบกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน มี 10 ขั้นตอน

ABSTRACT

The purposes of this study were 1) to investigate community information, 2) to review the community's potential and develop the knowledge and understanding of the community master plan 3) to design the process of the community master plan by using participatory action research methodology. The research instrument was in-depth interviews for community education and the community stage. The results of the study were as follows 1) there are 82 households in Ban Tham Khao Plu and 506 people consisted of 230 men and 276 women. The community was medium-sized, and social capital and resources such as Tham Khao Plu temple, Kae Sin Bon Pi Kheun Thum Khao Phlu Festival, Dusky Langur and Blacksmith's wisdom etc. 2) the tests of knowledge and understanding in the community master plan before training were 5.6 points and after the training were 6.8 points. 3) The design of the process of community master plan had 10 steps.

Key Words : Community Master Plan, Community information, Community Potentials

* Corresponding author ; e-mail address: adisak672539@gmail.com

[1]ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Agricultural Development and Resource Management, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute Technology Ladkabang , Bangkok 10520

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาต่าง ๆ มีความสลับซับซ้อน และเปลี่ยนแปลงรวดอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นทุนทางสังคม ทุนทางปัญญาของสังคมไทยค่อย ๆ เลือนลางจางหายไป จากการพัฒนาชุมชนที่ผ่านมา ซึ่งหน่วยงานจากภาครัฐจากท้องถิ่นคิดและกำหนดนโยบายโดยยึดความคิดของภาครัฐเป็นที่ตั้งโดยไม่ได้เกิดจาก ความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง โครงการก็ไม่ประสบความสำเร็จ ทำให้การพัฒนาชุมชนไม่เกิดความยั่งยืน เมื่อประเทศไทยเกิดภาวะวิกฤติทางเศรษฐกิจตั้งแต่ ปี 2540 ทำให้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนต่างหาแนวทางแก้ไขปัญหาภาวะวิกฤติดังกล่าว โดยรัฐบาลมีนโยบายที่สำคัญ คือการเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน โดยให้คนในชุมชนมีโอกาสตัดสินใจแก้ปัญหาของตนเองและจัดการด้วยพลังของคนในชุมชน (กรมการพัฒนาชุมชน, 2542) ในการแก้ไขปัญหาชุมชนใช้ทุนชุมชนในการพัฒนา ซึ่งคนส่วนใหญ่เข้าใจว่าคำว่า “ทุน” หมายถึง เงินเท่านั้น แท้ที่จริงชุมชนมีทุนที่ไม่ใช่เงิน แต่ปรากฏว่าชุมชนส่วนใหญ่ยังขาดส่วนที่สำคัญ คือ ความรู้ในการจัดการทุน จึงทำให้คนภายนอกชุมชนเป็นผู้เข้ามาจัดการทุนของชุมชน (ประยงค์ รณรงค์, 2546) แผนการดำเนินชีวิตของชุมชน ชุมชนต้องเป็นคนลงมือทำเองทุกขั้นตอน ตั้งแต่เตรียมความคิดแล้วนำไปสู่การปฏิบัติ (เสรี พงศ์พิศ, 2548) ดังนั้นจึงเป็นแนวคิดในการจัดทำกระบวนการแผนแม่บทชุมชนโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนเอง ได้ร่วมกันคิดเป็นแนวทางในการพัฒนาซึ่งเป็นเสมือนเส้นทางที่จะนำไปสู่เป้าหมายของชุมชนผ่านกระบวนการเรียนรู้ของชุมชนเอง

บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ปัจจุบันมีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น จำนวน 182 ครัวเรือน จำนวนประชากร เป็นชาย 230 คน เป็นหญิง 276 คน รวม 506 คน อาชีพส่วนใหญ่ทำการเกษตร เช่น สวนยางพารา ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น เนื่องจาก บ้านถ้ำเขาพลูได้มีการเลือกตั้งผู้นำชุมชน(ผู้ใหญ่บ้าน)คนใหม่ และเห็นว่าการมีแผนแม่บทชุมชนขึ้นเป็นการที่จะให้คนในชุมชนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยกัน ดังนั้นผู้นำและชาวบ้านจึงมีแนวคิดในการทำแผนแม่บทชุมชน และเขียนแผนพัฒนาชุมชนพัฒนาได้อย่างมีแบบแผน มีระบบในการบริหารชุมชนของผู้นำเพื่อให้ตรงกับความต้องการอย่างแท้จริงของชุมชน ในการพัฒนาชุมชนอย่างมีส่วนร่วมของคนในชุมชนขึ้นแต่ยังประสบปัญหา 1)ชุมชนยังขาดความรู้ความเข้าใจในแผนแม่บทชุมชน 2)ชุมชนไม่ยังมีกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ผู้ทำวิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำวิจัยโดยมีคำถามวิจัย คือ การออกแบบกระบวนการในการจัดทำแผนแม่บทชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ควรเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลชุมชนที่ใช้ในการจัดทำแผนแม่บทของชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

2. เพื่อทบทวนศักยภาพของชุมชนและพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร โดยการมีส่วนร่วมของประชาชน

3. เพื่อออกแบบกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร โดยการมีส่วนร่วมของประชาชน

วิธีการศึกษา

การวิจัยเรื่องนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิจัยโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research) ผู้ให้ข้อมูลหลัก คือ คณะกรรมการหมู่บ้านและประธานกลุ่ม ชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร จำนวน 17 ราย

ขั้นตอนในการศึกษา

ขั้นที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มคณะกรรมการหมู่บ้านและประธานกลุ่ม บ้านถ้ำเขาพลู ใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกพร้อมกับการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมในการศึกษาชุมชน

ขั้นที่ 2 จัดเวทีชุมชนครั้งที่ 1 ศึกษาข้อมูลชุมชนในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน โดยผู้วิจัยใช้การตั้งคำถามระดมความคิด และสะท้อนข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบจัดทำแผนแม่บทชุมชน วันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2561

ขั้นที่ 3 จัดเวทีชุมชนครั้งที่ 2 ทบทวนศักยภาพของชุมชนและพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทดสอบความเข้าใจเกี่ยวแผนแม่บทชุมชนก่อนและหลัง การอบรม วันที่ 30 กันยายน พ.ศ.2561

ขั้นที่ 4 จัดเวทีชุมชนครั้งที่ 3 ออกแบบกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน บ้านถ้ำเขาพลู โดยผู้วิจัยได้ทำการให้เสนอความคิดร่วมกัน แลกเปลี่ยนกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน และนำเสนอตัวอย่างกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ที่ประสบความสำเร็จทำให้ชุมชนเห็นภาพมากขึ้นและชัดเจนในกระบวนการจัดทำแผนแม่บทของชุมชน วันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ.2561

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการจัดเวทีชุมชนแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากวิธีการสังเกต การสัมภาษณ์ นำมาวิเคราะห์ จัดหมวดหมู่ตามประเด็นศึกษาเพื่อให้เข้าใจง่าย นำมาจัดทำข้อสรุปโดยการเชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ และการตรวจสอบความถูกต้องตรงประเด็นของผลการวิจัย

ระยะเวลาวิจัย

ผู้วิจัยทำการศึกษากับชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู ระหว่างเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม 2561

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของชุมชน

ตั้งอยู่หมู่ที่ 3 บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มีพื้นที่โดยประมาณ 6.5 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4,062.5 ไร่ (Figure 1) มีประชากร 182 ครัวเรือน และเป็นจำนวนทั้งสิ้น 506 คน แบ่งเป็นชาย230 คน คิดเป็นร้อยละ 45.45 และหญิง 276 คน คิดเป็นร้อยละ 54.54 (สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอปะทิว, 2561) เป็นหมู่บ้านขนาดกลาง มีลักษณะทั่วไปเป็นพื้นที่ราบสูงสลับกับภูเขาขนาดย่อม พื้นที่ส่วนใหญ่ของหมู่บ้านทำการเกษตร มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่ขุดขึ้นเองหลายแห่ง ซึ่งชุมชนมีระยะห่างจากอำเภอเมือง จังหวัดชุมพร โดยประมาณ 42 กิโลเมตร และระยะห่างจากอำเภอปะทิว โดยประมาณ 9.2 กิโลเมตร มีการคมนาคมทางบก ซึ่งถนนตัดผ่านหมู่บ้าน ทางหลวงหมายเลข 3253 เป็นถนนลาดยาง ที่สภาพดีและมีถนนคอนกรีตสลับกับถนนลูกรังเชื่อมต่อระหว่างครัวเรือนภายในหมู่บ้าน ชุมชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งทำกันมาตั้งแต่อดีตและตกทอดจนถึงปัจจุบัน อาชีพหลักของครัวเรือน คือ ทำสวนยาง คิดเป็นร้อยละ 31.32 ทำสวนปาล์มน้ำมัน คิดเป็นร้อยละ 46.70 และสวนมะพร้าว คิดเป็นร้อยละ 10.43 อาชีพรองของครัวเรือน คือ รับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 11.53 และรายได้เฉลี่ยของประชากร จำนวน 79,155.66 บาท/คน/ปี (สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอปะทิว, 2561) สภาพทางสังคมชุมชนมีที่ยึดเหนี่ยวจิตใจ คือวัดถ้ำเขาพลู และที่พักสงฆ์ถ้ำน้ำลอด สถานศึกษาภายในชุมชนโรงเรียนชุมโคซึ่งเปิดการเรียนการสอนตั้งแต่ อนุบาล 1- ประถมศึกษาปีที่ 6 บ้านถ้ำเขาพลูมีทรัพยากรและทุนชุมชน มีทรัพยากรทางเศรษฐกิจ คือวัดถ้ำเขาพลู ประดิษฐานรูปหล่อหลวง

ปู่จีต ซึ่งเป็นอดีตเจ้าอาวาสที่ชาวบ้านในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงเคารพนับถือ มีแหล่งน้ำศักดิ์สิทธิ์ที่ตักน้ำไปใช้ในพิธีสำคัญต่าง ๆ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของค่างแว่นถิ่นใต้ จะออกมาหากินอาหารในยามเย็น อาศัยอยู่บริเวณเขาพลู ซึ่งเป็นทุนทางทรัพยากรทางธรรมชาติในชุมชน ซึ่งการรวมกลุ่มกิจกรรมต่าง ๆ ในชุมชน ได้แก่ กลุ่มสตรี กลุ่มกองทุนหมู่บ้าน กลุ่มสัมมาชีพ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ทุนทางภูมิปัญญาและทุนทางประเพณีวัฒนธรรมในชุมชน ภูมิปัญญาในชุมชนที่ตกทอดกันมา ได้แก่ การตีเหล็ก การนวดจับเส้น ประเพณีที่สำคัญ คือ ประเพณีปิดทองแก้สินบนปี ขึ้นถ้ำเขาพลู เพื่อเป็นการอนุรักษ์ สืบสานประเพณีด้านศาสนาและวัฒนธรรมท้องถิ่น และเป็นการสักการะ สิ่งศักดิ์สิทธิ์คู่บ้านคู่เมืองจัดขึ้นตรงกับขึ้น 14 ค่ำ ถึง วันแรม 1 ค่ำ เดือน 6 ของทุกปี โดยจะรำและแก้สินบนหรือตัดสินบนปีที่หน้าถ้ำใหญ่หน้าพระหลักเมือง ซึ่งเชื่อว่า สิ่งที่เคยบนไว้ในปีที่ผ่านมาทั้งปี ทั้งที่จำได้และจำไม่ได้เมื่อมาจุดธูปเทียน ไหว้พระ ปิดทองและบอกกล่าวกับสิ่งศักดิ์สิทธิ์เหล่านี้แล้ว ถือว่าเป็นการ “แก้สินบน”



Figure 1 Community map of Ban Tham Khao Pru, Chum Kho sub-district, Pathiu district, Chumphon.

ศักยภาพของชุมชนและพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน

จากการจัดเวทีชุมชนศึกษาข้อมูลชุมชนจึงเป็นการทบทวนศักยภาพของชุมชนและพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ได้ผลการศึกษา ดังนี้

1.ศักยภาพชุมชน

1.1 ศักยภาพด้านพื้นที่

สภาพพื้นที่ชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มีพื้นที่โดยประมาณ 6.5 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4,062.5 ไร่ มีลักษณะทั่วไปเป็นพื้นที่ราบสูงสลับกับภูเขาขนาดย่อม พื้นที่ส่วนใหญ่ของหมู่บ้านทำการเกษตร ปลูกพืชสวนเป็นส่วนใหญ่ มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่ขุดขึ้นเองหลายแห่ง บ้านถ้ำเขาพลูมีระยะห่างจากอำเภอเมือง โดยประมาณ 42 กิโลเมตร และระยะห่างจากอำเภอปะทิว โดยประมาณ 9.2 กิโลเมตร มีการคมนาคมทางบก ซึ่งถนนตัดผ่านหมู่บ้าน ทางหลวงหมายเลข 3253

1.2 ศักยภาพด้านผู้นำชุมชน

ผู้นำชุมชนซึ่งได้รับการเลือกตั้งเป็นผู้ใหญ่บ้าน เมื่อปี พ.ศ.2560 และคณะกรรมการหมู่บ้านขึ้น ซึ่งผู้ใหญ่บ้านคนปัจจุบัน คือ นายปกรณ์ แสงสุวรรณ ได้มีแนวคิดในการพัฒนาชุมชนให้เกิดอาชีพเสริม สามารถพัฒนาคุณภาพชีวิต พัฒนาทางสังคมของชุมชน ชุมชนพึ่งตนเองได้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในชุมชนขึ้น ผู้นำมีความเข้าใจชุมชนและความต้องการของชาวบ้าน ชุมชนมีการประชุมประจำเดือนทุกเดือน เพื่อแจ้งข่าวสารที่

ทางราชการได้แจ้งมานั้นกับชาวบ้าน และพูดคุยแลกเปลี่ยนปัญหาในชุมชน และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกันในชุมชน *"การที่เรารู้จักชุมชน ได้พูดคุยกับลูกบ้านทำให้เรารู้ปัญหาลูกบ้าน และเป็นการทำให้ลูกบ้านไว้ใจเรา ในการเป็นผู้นำชุมชน "* (ปกรณ์ แสงสุวรรณ, สัมภาษณ์, 1 ตุลาคม 2561)

1.3 ศักยภาพด้านสังคม

บ้านถ้ำเขาพลู มีวัดประจำหมู่บ้าน 1 แห่ง ชื่อว่าวัดถ้ำเขาพลู ถือว่าเป็นสถานที่ประกอบพิธีกรรมทางศาสนาพุทธที่ชาวบ้านเคารพนับถือและเป็นที่ปฏิบัติธรรมของประชาชน ที่พักสงฆ์ถ้ำน้ำลอด ชุมชนมีประเพณีที่สำคัญ คือ ประเพณีปิดทองแก้สินบนปีขึ้นถ้ำเขาพลู ซึ่งภายในถ้ำมีพระพุทธรูปที่สำคัญ เป็นที่เคารพนับถือของชาวอำเภอปะทิว ได้แก่ พระหลักเมืองปะทิว รูปหล่อออดีตเจ้าอาวาส "หลวงปู่จีต ปุณฺญสโร" และมีอีกถ้ำหนึ่งที่อยู่ติดกัน คือ ถ้ำน้ำทิพย์ ที่ใช้ทำพิธีกรรม วัฒนธรรมด้านอาหาร ทางชุมชนได้มีวัฒนธรรมการรับประทานอาหารพื้นถิ่นของทางภาคใต้ กลุ่มในชุมชน ได้แก่ กลุ่มสตรี กลุ่มสัมมาชีพ กลุ่มกองทุนหมู่บ้าน และกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

1.4 ศักยภาพด้านทรัพยากรธรรมชาติ

บ้านถ้ำเขาพลูมีแหล่งน้ำลำคลองชุมโคตัดผ่านหมู่บ้าน 1 แห่ง และสระกักเก็บน้ำไว้ใช้ทางการเกษตรกระจายอยู่ตามบริเวณหมู่บ้านและเขื่อนขนาดเล็กในหมู่บ้าน มีจำนวน 2 แห่งซึ่งใช้ร่วมกับหมู่ที่ 9 บ้านดอนปลัก ตำบลชุมโค ชุมชนมีทรัพยากรป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ ซึ่งมีขนาดของพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดเป็นภูเขา 1 แห่ง เป็นภูเขาหินมีหน้าผาสูงชัน มีเนื้อที่ประมาณ 303 ไร่ หรือประมาณ 0.48 ตารางกิโลเมตร พันธุ์ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ท้องถิ่น มีสัตว์ป่าอาศัยอยู่บ้าง คือ ค่างแว่นถิ่นใต้ ที่สามารถเข้าชมได้อย่างใกล้ชิดในยามเย็น

2.พัฒนาความรู้ความเข้าใจในการทำแผนแม่บทชุมชน

การพัฒนาความรู้ความเข้าใจเป็นการเตรียมความพร้อมในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ทำความเข้าใจในการทำแผนแม่บทชุมชน ชุมชนเป็นผู้คิดริเริ่ม ชุมชนมีการรวมตัวกันเพื่อจัดทำแผนแม่บทชุมชนขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาชุมชนตนเอง เนื้อหาในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับแผนแม่บทชุมชน เช่น ความหมายแผนแม่บทชุมชน แนวคิด ประโยชน์ของแผนแม่บทชุมชนกับตัวชุมชนเอง การศึกษาโดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังการจัดเวทีชุมชนสร้างความรู้ความเข้าใจ ซึ่งแบบทดสอบเป็นอัตนัย จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน 1) จงอธิบายความหมายของแผนแม่บทชุมชน 2) แผนแม่บทชุมชนมีประโยชน์ต่อการพัฒนาชุมชนอย่างไร จากแบบทดสอบซึ่งก่อนการอบรม ชุมชนให้ความหมายของแผนแม่บทชุมชน โดยสรุปว่า การวางแผนการทำงานความต้องการของชาวบ้านในพื้นที่ และขับเคลื่อนการพัฒนาชุมชน โดยมีแบบแผนการทดสอบ วิจัย โดยใช้ความรู้ทางวิชาการเข้ามาเกี่ยวข้อง และประโยชน์แผนแม่บทชุมชนต่อการพัฒนาชุมชน โดยสรุปว่าชุมชนจะได้มีทิศทางในการพัฒนาชุมชน ได้ทุก ๆ ด้าน ที่ชุมชนต้องการ ผลการทดสอบก่อนการอบรม ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 5.6 คะแนน และหลังการจัดเวทีชุมชน ชุมชนให้ความหมายของแผนแม่บทชุมชน โดยสรุปว่า แผนแม่บทเป็นเครื่องมือในการพัฒนา สร้างการเรียนรู้ในชุมชนร่วมกัน ร่วมกันค้นหา เรียนรู้ เพื่อให้รู้และเข้าใจตนเอง โดยการสำรวจข้อมูลปัญหาและศักยภาพ ทบทวนตนเองโดยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน และประโยชน์แผนแม่บทชุมชนต่อการพัฒนาชุมชน โดยสรุปว่า ได้รู้จักจุดที่ชุมชนต้องแก้ไข ปัญหาต่าง ๆ ในชุมชน ปรับปรุง วางแผน และพัฒนาชุมชนต่อไป ชุมชนหลุดพ้นจากวิธีคิดแบบพึ่งพาจากบุคคลภายนอกชุมชนอย่างเดียว หันมาเป็นชุมชนที่พึ่งตนเองจากทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชน ผลการทดสอบหลังการอบรม ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 6.8 คะแนน ซึ่งการทดสอบก่อนและหลังการจัดเวทีชุมชน พบว่ามีพัฒนาในด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแผนแม่บทชุมชนเพิ่มขึ้น

การจัดเวทีชุมชนพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแผนแม่บทชุมชน กระตุ้นชุมชนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้เกี่ยวกับแผนแม่บทชุมชน ว่าชุมชนจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อนำไปสู่แผนแม่บทของชุมชน

กระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู

ผู้วิจัยและชุมชนในพื้นที่ศึกษาโดยทำการร่วมกันเสนอความคิด แลกเปลี่ยนกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน และนำเสนอตัวอย่างกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ที่ประสบความสำเร็จทำให้ชุมชนเห็นภาพมากขึ้นและชัดเจนในกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชนและได้ข้อสรุปการออกแบบกระบวนการในการจัดทำแผนแม่บทชุมชนที่เหมาะสมกับความต้องการที่แท้จริงของชุมชน ดังต่อไปนี้ (Figure 2)

กระบวนการที่ 1 การเตรียมแกนนำหรือสร้างวิทยากรการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ซึ่งแกนนำมีอย่างน้อย 20 คน โดยการเตรียมทีมที่หลากหลาย ได้แก่ ผู้ใหญ่บ้าน ประธานกลุ่ม ปราชญ์ชาวบ้าน พัฒนาชุมชน แกนนำนี้จะเป็นผู้เผยแพร่แนวคิดและวิธีการจัดทำแผนแม่บทชุมชนในหมู่บ้าน โดยแกนนำ เริ่มการเตรียมประเด็นที่จะขยาย ความคิด แล้วไปพบกลุ่มเป้าหมายในชุมชน

กระบวนการที่ 2 จัดเวทีสร้างความเข้าใจของแกนนำ และชาวบ้าน เป็นเวทีที่จุดประกายความคิดและกระตุ้นให้เกิดแนวคิดในการจัดทำแผนแม่บทชุมชนและสร้างความร่วมมือในการทำงานร่วมกันของคนในชุมชนทุกภาคส่วน ชุมชนตระหนักถึงปัญหาต่าง ๆ ร่วมกัน

กระบวนการที่ 3 สร้างเครื่องมือในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล และนำเรื่องการจัดเก็บข้อมูลเพื่อจัดทำแผนแม่บทชุมชน ไปพูดคุยในที่ประชุมประจำเดือนของหมู่บ้านเป็นการเน้นย้ำความสำคัญของข้อมูลและขอความร่วมมือกับชาวบ้านในการให้ข้อมูลแก่ผู้จัดเก็บข้อมูลด้วย

กระบวนการที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยแกนนำชุมชน ได้ใช้วิธีจัดเก็บข้อมูลประวัติชุมชนหรือความเป็นมาของชุมชน ประเพณี วัฒนธรรม ทุนชุมชน ตลอดจนภูมิปัญญาท้องถิ่น และข้อมูลจำเป็นพื้นฐาน โดยการใช้แบบสัมภาษณ์หรือพูดคุยสอบถามผู้รู้ในชุมชน เพื่อหาแนวทางความต้องการพัฒนาหรือการจัดการชุมชน

กระบวนการที่ 5 การพัฒนาแกนนำโดยการพาแกนนำไปศึกษาดูงานนอกสถานที่ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่น และตั้งใจในการจัดทำแผนแม่บทชุมชนขึ้นในชุมชน และให้แกนนำเห็นรูปธรรมของชุมชนที่ประสบความสำเร็จในการนำแผนแม่บทชุมชนเป็นเครื่องมือในการพัฒนาชุมชนขึ้น

กระบวนการที่ 6 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลชุมชน ข้อมูลจำเป็นพื้นฐานของชุมชน โดยทีมแกนนำจะเป็นผู้นำมาพูดคุยเรื่องผลการสรุปข้อมูลในที่ประชุมของชุมชน โดยให้ชาวบ้านมีส่วนร่วมในการรับรู้ข้อมูล เพื่อสะท้อนข้อมูล ศักยภาพของชุมชนปัญหาและสาเหตุของปัญหาในชุมชน และความจำเป็นพื้นฐานในการพัฒนาชุมชน ซึ่งชุมชนได้ข้อมูลที่เป็นจริงชาวบ้านให้ความร่วมในการตอบข้อมูล

กระบวนการที่ 7 ยกร่างแผนแม่บทชุมชน เป็นการปรับฐานความคิด การหาแนวทางแก้ไขปัญหาของคนในชุมชนร่วมกัน โดยใช้ทุนชุมชน ศักยภาพชุมชน โดยมีรายละเอียดที่ชัดเจน นำไปสู่การใช้ข้อมูลและปฏิบัติได้จริง จะเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชุมชน ใครเป็นเจ้าภาพกิจกรรม ทำที่ไหน ดำเนินการอย่างไร ใช้ทรัพยากรในชุมชนที่มีอย่างไร

กระบวนการที่ 8 ประชาพิจารณ์แผนแม่บทชุมชน เป็นเวทีที่จัดขึ้นเพื่อนำแผนร่างแผนแม่บทชุมชนให้ชาวบ้านรับรู้และเปิดโอกาสให้ชาวบ้านร่วมกันพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมตรงตามความต้องการของชุมชนเองและในการนำแผนไปสู่การปฏิบัติ การจัดลำดับความสำคัญของแต่เรื่อง กำหนดช่วงเวลาความเหมาะสม วิธีการที่จะทำให้แผนประสบความสำเร็จ

กระบวนการที่ 9 นำแผนไปสู่การปฏิบัติ ชุมชนร่วมมือร่วมใจกันที่จะปฏิบัติแผนงานที่ได้ผ่านกระบวนการคิดร่วมกัน ร่วมกันวิเคราะห์และคิดแนวทางในการพัฒนาชุมชน ประชาพิจารณ์มาแล้วว่าเหมาะสมกับชุมชน เพื่อนำไปสู่แผนแม่บทชุมชนที่ประสบความสำเร็จ

กระบวนการที่ 10 ประเมินผล และสรุปบทเรียนในการทำงาน เป็นการสรุปการทำงานตามแผน ว่าประสบความสำเร็จและอะไรเป็นตัวแสดงให้ประสบความสำเร็จของชุมชน หรือว่าล้มเหลวเป็นเพราะอะไร ถอดประสบการณ์ เพื่อค้นหาข้อบกพร่อง ปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลในการทำงานครั้งต่อไป



Figure 2 Organizing the community stage to design the process of community master plan.

อภิปรายผลการศึกษา

บ้านถ้ำเขาพลู ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ทั้งผู้นำชุมชนและชาวบ้านเห็นว่าการมีแผนแม่บทชุมชนขึ้นเป็นการที่จะให้คนในชุมชนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยกัน ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการทำแผนแม่บทชุมชน แต่ชุมชนยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดทำแผนแม่บทชุมชนและกระบวนการในการจัดการแผนแม่บทชุมชน การพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแผนแม่บทชุมชนทำให้ชุมชนมีความรู้เพิ่มขึ้น เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในชุมชน ซึ่งมีชาวบ้านบางส่วนที่ยังไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับแผนแม่บทชุมชน ซึ่งการออกแบบกระบวนการในการจัดทำแผนแม่บทชุมชนมีรูปแบบและเนื้อหาที่แตกต่าง มีประเด็นสำคัญคือ การสร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูล นำแผนไปสู่การปฏิบัติ และการประเมินผล และสรุปบทเรียนในการทำงาน (นฤมล ภูมิระวิ, 2552) โดยกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้เข้าใจศักยภาพที่เป็นทุนที่แท้จริงของชุมชนตนเอง (เสรี พงศ์พิศ และวิชิต นันทสุวรรณ, 2545) และด้วยการจัดเวทีชุมชนเข้ามามีส่วนร่วม ในการตัดสินใจ การแสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลของชุมชนเป็นฐานรองรับ ชุมชนจะรู้สึกเป็นเจ้าของในการพัฒนาด้วยชุมชนเอง ตรงตามความต้องการ การพัฒนาของชุมชนที่แท้จริง ชุมชนจะสามารถร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นได้ ชุมชนมีการจัดการแก้ไขปัญหาด้วยตัวของชุมชนเอง เกิดการเรียนรู้แนวทางพัฒนาชุมชนทำให้ชุมชนพัฒนาได้อย่างยั่งยืนและสามารถพึ่งตนเองได้

สรุปผลการศึกษา

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ชุมชนบ้านถ้ำเขาพลู ยังขาดขาดความรู้และการออกแบบกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน จากการสร้างเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ชุมชนร่วมกัน พร้อมกับการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมในการศึกษาชุมชน พบว่า ชุมชนเริ่มค้นพบศักยภาพของตนเอง ทรัพยากร และภูมิปัญญาวัฒนธรรมที่เป็นทุนของชุมชน รวมไปถึงข้อมูลชุมชน ซึ่งเป็นการสะท้อนข้อมูลที่สำคัญในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน

การพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแผนแม่บทชุมชนในเรื่องความหมายแผนแม่บทชุมชน แนวคิด รวมถึงประโยชน์ของแผนแม่บทชุมชนที่มีต่อชุมชน โดยใช้แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน พบว่าผลการทดสอบก่อนการอบรม มีคะแนนเฉลี่ย 5.6 คะแนน และผลการทดสอบหลังการอบรม มีคะแนนเฉลี่ย 6.8 คะแนน โดยผลการทดสอบหลังการอบรมมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าผลการทดสอบก่อนการอบรม เนื่องจากมีการพัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแผนแม่บทชุมชน

การออกแบบกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ชุมชนเป็นผู้ออกแบบกระบวนการที่เหมาะสมกับการพัฒนาชุมชน ตรงตามความต้องการที่แท้จริงของชุมชน ซึ่งมีกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน 10 กระบวนการ ดังนี้ 1) การเตรียมแกนนำหรือสร้างวิทยากรการจัดทำแผนแม่บทชุมชน 2) จัดเวทีสร้างความเข้าใจของแกนนำและชาวบ้าน 3) สร้างเครื่องมือในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล 4) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยแกนนำชุมชน 5) การพัฒนาแกนนำ 6) วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลชุมชน 7) ยกร่างแผนแม่บทชุมชน 8) ประชาพิจารณ์แผนแม่บทชุมชน 9) นำแผนไปสู่การปฏิบัติ 10) ประเมินผลและสรุปบทเรียนในการทำงาน กระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชนเปรียบเสมือนเครื่องมือในการเรียนรู้ของชุมชน ค้นหาทรัพยากรและความต้องการของชาวบ้านในชุมชน ทั้งนี้ชาวบ้านในชุมชนยังเกิดการเรียนรู้ และเข้ามามีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของกระบวนการพัฒนาชุมชน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการนำกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชนไปสู่การปฏิบัติให้เกิดแผนแม่บทชุมชนขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมว่าประสบความสำเร็จที่คาดหวังไว้หรือไม่

2. ควรมีการศึกษาและนำเสนอแนวทางพัฒนาเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนตามกระบวนการจัดทำแผนแม่บทชุมชน

เอกสารอ้างอิง

กรมการพัฒนาชุมชน. 2542. **การเสริมสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชน**. กรุงเทพฯ : มิตรภาพการพิมพ์.

นฤมล ภูมิระวิ. 2552. กระบวนการมีส่วนร่วมในการจัดทำแผนแม่บทชุมชน ตำบลวังตะกอ

อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร. **วารสารปาริชาต มหาวิทยาลัยทักษิณ**. 23(2) : 83-100.

ปกรณ์ แสงสุวรรณ. 2561. ผู้ใหญ่บ้านบ้านถ้ำเขาพลู. **สัมภาษณ์**, 1 ตุลาคม 2561.

ประยงค์ รณรงค์. 2546. **รวมความรู้ ประสบการณ์ และแนวคิดของชุมชนไม้เรียง**. กรุงเทพฯ :

เจริญวิทย์การพิมพ์.

สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอปะทิว. 2561. **ข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน ระดับหมู่บ้าน/ชุมชน**. ชุมพร :

สำนักงานพัฒนาชุมชน.

เสรี พงศ์พิศ. 2548. **ฐานความคิด : จากแผนแม่บทสู่วิสาหกิจชุมชน**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ :

เจริญวิทย์การพิมพ์.

เสรี พงศ์พิศ และวิชิต นันทสุวรรณ. 2545. **แผนแม่บทชุมชน ประชาพิจัยและพัฒนา**. (พิมพ์ครั้งที่ 1).

กรุงเทพฯ : ภูมิปัญญาไท.

แนวทางการขยายผลแนวคิดวนเกษตร บ้านหลุมมะขาม ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา

Guidelines For Extension Of Agroforestry Concepts Ban Lum Makham, Nong Mai Kaen Sub-District, Plaeng Yao District, Chachoengsao Provine

นิภาภัค สอนสา[1*] และ พีรชัย กุลชัย[1]

Nipapak Sornsa[1*] and Peerachai Kullachai[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อ1) ศึกษาพัฒนาการ 2)ปัญหาในการขยายผลแนวคิดวนเกษตรและ3)แนวทางการขยายผลแนวคิดวนเกษตร ชุมชนบ้านหลุมมะขาม โดยใช้การสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง 3 คน จากการศึกษาพบว่าบ้านหลุมมะขามมีชาวบ้านที่ทำวนเกษตรอยู่ 5 ครัวเรือน ปัจจุบันกำลังพยายามผลักดันให้เกิดการทำวนเกษตรมากขึ้น ปัญหาในการขยายผลแนวคิดวนเกษตร คือ คนในชุมชนยังขาดองค์ความรู้ในการจัดการวนเกษตร ขาดความสามัคคี แนวทางในการขยายผล คือ ด้านเทคโนโลยีควรได้รับการอบรม ศึกษาดูงานด้านเทคโนโลยีในการทำวนเกษตรทั้งของสมัยใหม่และดั้งเดิมของท้องถิ่น ด้านเศรษฐกิจควรมีผู้เข้าไปให้ความรู้ในด้านพืชสมุนไพรเพื่อพัฒนาไปเป็นผลิตภัณฑ์ ด้านทรัพยากรควรมีการส่งเสริมให้มีการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีการฟื้นฟูทรัพยากร ด้านสังคมคนในชุมชนต้องมีความเป็นหนึ่งเดียวกัน มีการสร้างเครือข่ายวนเกษตร ด้านจิตใจควรมีการประชุมประจำเดือนเพื่อพูดคุยกันของคนในชุมชน มีการให้กำลังใจกันในชุมชน

ABSTRACT

This research is Qualitative Research. The purpose studied 1) Development process 2) Problems in expanding the agroforestry concepts and 3) Guidelines for extension of agroforestry concepts of Ban Lum Makham with interviews 3 people. The study found that inhabitant 5 households make agroforestry. Currently, efforts were underway to promoting more agroforestry. Inhabitants lacked of knowledge in agroforestry management and harmony. Guidelines for extension of agroforestry concepts were training about agroforestry technology. Should be accessed to knowledge about herbs for develop into a product. Should be promoted use of local resources for maximum benefit and restore resources. People must have the same. Created agroforestry network. Lastly, Should be a monthly meeting for talk to people in the community and encouragement in the community.

Key Words : Guidelines, Agroforestry

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

[1]ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1]Department of Agricultural Development and Resource Management , Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute Technology Ladkabang, Bangkok 10520

คำนำ

บ้านหลุมมะขาม หมู่ที่ 8 ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา แยกมาจากบ้านหนองไม้แก่น หมู่ที่ 2 ตำบลหนองไม้แก่น เมื่อ พ.ศ. 2534 เดิมบ้านหลุมมะขามเป็นป่ายางธรรมชาติจึงมีการกรีดยางพาราเพื่อนำมาจำหน่าย เมื่อได้น้ำยางจึงนำมาเทรวมกันลงในหลุมที่ขุดไว้ ขณะพักกลางวันคนงานได้รับประทานเมล็ดมะขามแล้วโยนเมล็ดลงในหลุมเทน้ำยางพาราเก่าที่ไม่ได้รับน้ำยางพาราแล้ว ต่อมาเมล็ดมะขามได้เจริญเติบโตขึ้นมาเป็นต้นมะขามใหญ่ชาวบ้านจึงพากันเรียกว่า “บ้านหลุมมะขาม” ปัจจุบันบ้านหลุมมะขามมีประชากรทั้งสิ้น 119 ครัวเรือน จำนวน 496 คน เป็นเพศชาย 239 คน เป็นเพศหญิง 257 คน (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองไม้แก่น, 2561) บ้านหลุมมะขาม เป็นชุมชนที่อยู่บนพื้นที่ที่เป็นป่าเปิดใหม่ จากการบุกรุกและถางป่าไม้ที่ได้รับการสัมปทานเพื่อการชักลากไม้ของบริษัท พานทองคำไม้ จำกัด พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่น มีหน้าดินตำและดินชั้นล่างเป็นลูกรัง อาชีพโดยส่วนใหญ่ คือ เกษตรกรรม ซึ่งต้องอาศัยน้ำในการประกอบอาชีพเป็นหลัก เดิมชุมชนหลุมมะขามทำการเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ เช่น ปลูกอ้อย ปลูกมันสำปะหลัง หลังจากสภาพดินเสื่อมโทรม แรงงานทางการเกษตรหายากขึ้น ราคาปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืชและวัชพืชราคาสูงขึ้น แต่ราคาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรไม่ได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทำให้ภาคการเกษตรประสบปัญหาการขาดทุน แต่ด้วยความเคยชินและการปรับตัวช้า ทำให้ชาวบ้านขาดการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหา จึงประกอบอาชีพเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมต่อไป โดยหวังเพียงว่าปีต่อไปอาจจะทำให้มีชีวิตที่ดีขึ้น แต่สภาวะทางการเกษตรก็ยังคงเป็นสภาพเดิม จึงทำให้เกิดการขาดทุนซ้ำแล้วซ้ำอีก ทุนที่เคยเก็บหอมรอมริบมาก็หมดและต้องพึ่งแหล่งเงินทุนจากสถาบันทางการเงินและการเป็นหนี้นอกระบบ สภาพของเกษตรกรที่เป็นหนี้และไม่มีเงินทุนทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง บีบคั้นให้ชาวบ้านหลุมมะขามบางส่วนต้องหยุดทำการเกษตรเพื่ออุตสาหกรรม หันกลับมาทำเกษตรตามความต้องการของตลาดมากขึ้น เช่น ปลูกผัก ต้นหอม มะเขือ ถั่วฝักยาว หรือพืชผักที่มีระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวสั้น แต่ด้วยความจำเป็นและขาดข้อมูลความรู้ทางการตลาดชาวบ้านหลุมมะขามจึงเป็นเพียงผู้ผลิตให้พ่อค้าคนกลางเท่านั้น

หลังจากชุมชนหลุมมะขามทำการเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมได้ไม่นานสภาพหน้าดินก็ถูกทำลายเสื่อมสภาพ หน้าดินถูกชะล้างและไหลลงสู่แหล่งน้ำ ลำห้วยหลุมมะขามจนตื้นเขิน หน้าดินมีลูกรังลอยทำการเกษตรได้ไม่ดี สภาพป่าไม้ถูกทำลายหมด แหล่งน้ำในลำห้วยมีน้ำขังอยู่ไม่ตลอดปี ซึ่งเป็นปัญหาแก่การประกอบอาชีพของคนในบ้านหลุมมะขามเป็นอย่างมาก ทำให้ชาวบ้านบางส่วนเริ่มหันมาสนใจการทำวนเกษตรเพื่อเปลี่ยนวิธีการทำการเกษตรจากเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมเป็นการทำวนเกษตรเพื่อการพึ่งพาตนเองและแก้ไขปัญหาหนี้สิน (วินัย สุวรรณไตรและคณะ, 2549) การทำวนเกษตรเป็นการปลูกพืชแซมในพื้นที่ป่าธรรมชาติ การนำสัตว์ไปเลี้ยงในป่า การเก็บผลผลิตจากป่ามาใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน รวมถึงการสร้างระบบเกษตรให้มีลักษณะเลียนแบบระบบนิเวศป่าธรรมชาติ (มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน(ประเทศไทย), 2560) กลุ่มผู้ประสบความสำเร็จจึงมีแนวคิดเผยแพร่การทำวนเกษตรให้กับชาวบ้านในชุมชน เพื่อให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาโดยมีคำถามวิจัยคือ แนวทางการขยายผลแนวคิดวนเกษตร บ้านหลุมมะขาม ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา ควรเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการการทำวนเกษตร ชุมชนบ้านหลุมมะขาม ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. เพื่อศึกษาปัญหาในการขยายผลแนวคิดวนเกษตร ชุมชนบ้านหลุมมะขาม ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา

3. เพื่อศึกษาพัฒนาการขยายผลวนเกษตร ชุมชนบ้านหลุมมะขาม ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา

วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่องนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญคือ สมาชิกในชุมชนบ้านหลุมมะขามที่ประสบความสำเร็จในการทำวนเกษตร จำนวน 3 ราย ได้แก่ นายวินัย สุวรรณไตร, นายถาวร สุวรรณไตร และนางสาวญาดาริน ลีลา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ Timeline ในการประชุมกลุ่มย่อยและการสัมภาษณ์

ขั้นตอนในการศึกษา

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของชุมชน ประวัติความเป็นมา อาชีพของคนในชุมชน จำนวนประชากรในชุมชน แนวคิดการขยายผลและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาจากเอกสารและการสัมภาษณ์

ขั้นที่ 2 จัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ครั้งที่ 1 เพื่อรวบรวมข้อมูล ประวัติความเป็นมา สถานการณ์การทำวนเกษตรและความหมายวนเกษตรของคนในชุมชน ด้วยเครื่องมือ Timeline

ขั้นที่ 3 จัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ครั้งที่ 2 เพื่อรวบรวมข้อมูล ปัญหาในการขยายผลแนวคิดวนเกษตร คืนข้อมูลการสัมภาษณ์ให้กับชุมชนเพื่อหาแนวทางในการขยายผลการทำวนเกษตร บ้านหลุมมะขาม

ผู้วิจัยทำการศึกษากับกลุ่มวนเกษตรระหว่างเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม 2561

ผลและอภิปรายผล

พัฒนาการการทำวนเกษตร

บ้านหลุมมะขาม ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา เริ่มสนใจการทำวนเกษตรเมื่อปี พ.ศ. 2540 เนื่องจากปลูกแล้วไม่ต้องดูแลสนใจอะไรมากนัก แต่คนในชุมชนก็ยังไม่มีความรู้ในการทำวนเกษตรมากเพียงพอ ซึ่งในช่วงนั้นผู้ใหญ่วิบูลย์ เข็มเฉลิมได้เข้ามาในชุมชน ชักชวนคนในชุมชนให้ทำงานวิจัย คนในชุมชนจึงได้ลองทำงานวิจัยเป็นครั้งแรกแต่ก็ยังไม่เข้าใจการทำงานวิจัยมากนัก ในปี พ.ศ. 2542 หลังจากที่ได้รู้จักกับผู้ใหญ่วิบูลย์ก็มีการชักชวนกันไปเที่ยวชมสวนวนเกษตร อำเภอสนามชัยเขต ที่ผู้ใหญ่วิบูลย์เป็นผู้ดูแล ซึ่งสวนวนเกษตรที่ชาวบ้านไปเยี่ยมชมมีต้นไม้กว่า 500 ชนิดทั้งที่เป็นอาหาร ยา ไม้ใช้สอย เป็นการทำเกษตรที่ลักษณะคล้ายป่า มีสัตว์ประเภท นก กระแต ฯลฯ มาอาศัยอยู่ มีความหลากหลายทางธรรมชาติและมีความอุดมสมบูรณ์อย่างมาก หลังจากชาวบ้านได้ไปเห็นว่าต้นไม้ต่าง ๆ สามารถนำมาทำเป็นอาหาร ยา เครื่องใช้สอยและอื่น ๆ ได้ เลยเกิดความสนใจเป็นกระแสนิยมจะนำกลับมาทำที่บ้านตนเองบ้าง ประจวบเหมาะกับช่วงนั้นคนในชุมชนสนใจเรื่องสุขภาพทำผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรที่มีในชุมชนขึ้นเพื่อนำไปขาย แสดงให้เห็นว่าคนในชุมชนก็ยังคิดถึงเรื่องรายได้เป็นหลักไม่ได้คิดถึงในแง่ของการพึ่งตนเอง พอผลิตภัณฑ์ขายไม่ได้ชาวบ้านจึงเลิกทำและเลิก

เป็นกระแสไปในที่สุด หลังจากนั้นเมื่อ พ.ศ. 2544 ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ได้เข้ามาพักชำระหนี้โดยการให้ชาวบ้านพักชำระเงินต้นได้เป็นระยะเวลา 3 ปี แต่ดอกเบี้ยยังต้องชำระตามปกติ และ ธ.ก.ส. ได้ร่วมมือกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เข้าไปฟื้นฟูการประกอบอาชีพให้ชาวบ้านมีรายได้เพิ่มขึ้น สนับสนุนให้มีการปรับเปลี่ยนการผลิตไปสู่ทางเลือกอื่น ๆ ที่ให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า คนในชุมชนบ้านหลุมมะขามก็ได้เข้าไปร่วมอบรมด้วยเช่นกัน ในการจัดอบรมนั้นมีทั้งหมด 5 ฐาน ได้แก่ ข้าว อาหาร ยารักษาโรค ของใช้ ปุ๋ย และดิน แต่ในฐานปุ๋ยไม่มีผู้สนใจเข้าไปเรียนรู้เนื่องจากขาดความสนใจ ส่วนใหญ่ชาวบ้านสนใจเรียนรู้ในฐานของใช้และยา เพราะเห็นว่าสามารถนำไปปรับใช้กับชีวิตประจำวันของตนเองได้ การอบรมเป็นการนำเอาภูมิปัญญาของชาวบ้านแต่ละคนมารวมกัน เพื่อให้คนที่อยู่ในฐานเดียวกันได้เรียนรู้ไปพร้อม ๆกัน เป็นการใช้วิทยากรกระบวนการ เพราะถ้าหากนำความรู้ไปให้ชาวบ้านโดยที่ไม่ทราบเลยว่าชาวบ้านต้องการความรู้หรือไม่ ต้องการความรู้เรื่องใด ชาวบ้านก็จะไม่ให้ความสนใจและไม่เกิดประโยชน์ตามมา การจัดอบรมเช่นนี้ทำให้ทราบว่าของที่เราบริโภคกันทุกวันนี้ไม่ได้ปลอดภัยเพราะเราไม่ได้เป็นคนทำเอง เราต้องพึ่งตนเอง ทำเองกินเองจะปลอดภัยที่สุด พ.ศ. 2557 เริ่มมีงานวิจัยเพื่อท้องถิ่นเข้ามาในชุมชนแต่ในช่วงแรกที่เริ่มทำงานวิจัยเพื่อท้องถิ่นคนในชุมชนก็ยังไม่เข้าใจ ในภายหลังผู้ใหญ่วิบูลย์ เข็มเฉลิมได้เข้ามาชักชวนชาวบ้านให้ทำงานวิจัยกับตนเองอีกครั้งจึงทำให้ชาวบ้านเข้าใจการทำงานวิจัยเพิ่มมากขึ้น หลังจากคนในชุมชนได้ทำงานวิจัยกับผู้ใหญ่วิบูลย์ เข็มเฉลิมอีกครั้งก็เริ่มมีองค์ความรู้ในการจัดการกับปัญหามากขึ้น เริ่มสนใจที่จะหาความรู้ใหม่ๆเพราะคนในชุมชนทราบแล้วว่าความรู้เป็นสิ่งสำคัญ เมื่อมีองค์ความรู้ก็สามารถสร้างรายได้ให้กับตนเองได้

ปัจจุบันบ้านหลุมมะขาม ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา มีชาวบ้านที่ทำวนเกษตรประมาณ 5 ครัวเรือน จากทั้งหมด 119 ครัวเรือน สมาชิกในชุมชนที่ประสบความสำเร็จในการทำวนเกษตรกำลังพยายามผลักดันให้เกิดการทำวนเกษตรมากขึ้น โดยการทำให้คนในชุมชนเข้าใจในการใช้ชีวิตให้อยู่กับปัจจุบันให้ได้ กลับมาทำมาหากินในที่ของตนเอง สนใจเรื่องเงินทองให้น้อยลง กลับมาฟื้นชีวิตตัวเองให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ ในชุมชนเริ่มมีคนสนใจมากขึ้นแต่ยังมีคนคัดค้านว่าปลูกแล้วจะอยู่ได้อย่างไรเพราะยังมองภาพไม่ออกว่าการทำวนเกษตรจะสามารถพึ่งตนเองได้ จึงต้องการทำงานวิจัยเพื่อท้องถิ่นเพื่อให้คนในชุมชนเห็นว่าการทำวนเกษตรสามารถพึ่งตนเองได้จริง

"*ตอนนี้พยายามผลักดันให้เกิดวนเกษตรมากขึ้น โดยการพยายามทำให้คนเข้าใจในการใช้ชีวิตให้อยู่กับปัจจุบันให้ได้ ทำที่ตัวเองให้มากขึ้น หาเงินน้อยลง กลับมาฟื้นชีวิตตัวเอง ต้องเปลี่ยนวิถีคิดคนให้หันมาพึ่งตนเอง*"
(วินัย สุวรรณไตร, สัมภาษณ์, 12 ตุลาคม 2561)

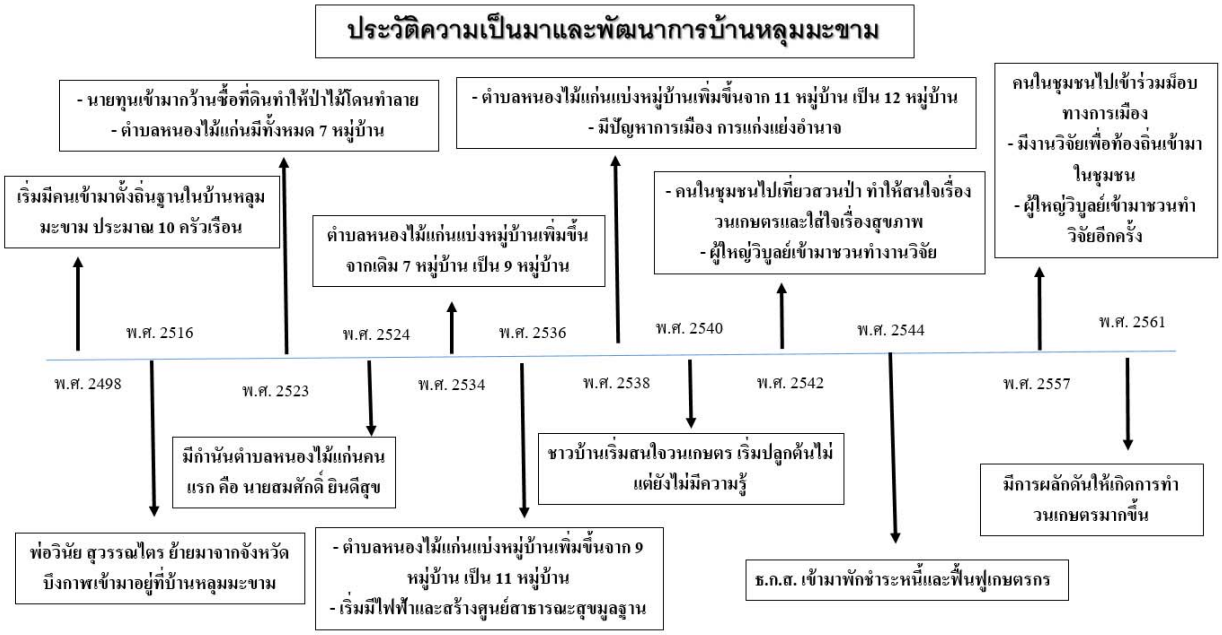


Figure 1 Timeline of Ban Lum Makham

ปัญหาในการขยายผลแนวคิดวนเกษตร

1. ปัจจุบันภูมิปัญญาของชาวบ้านหลุมมะขามในอดีตเริ่มเลือนหายไปจากชุมชน เนื่องจากผู้ใหญ่ในชุมชนไม่ได้ให้ความสำคัญกับการถ่ายทอดภูมิปัญญาที่ตนเองมี เด็กเยาวชนรุ่นใหม่จึงไม่ได้รับการถ่ายทอดความรู้สืบต่อกันมา

2. คนในชุมชนบ้านหลุมมะขามยังคำนึงถึงเรื่องตัวเงินเป็นสำคัญ ไม่ให้ความสำคัญกับการพึ่งตนเอง คิดว่าการทำวนเกษตรไม่สามารถที่จะสร้างรายได้ให้กับตนเองได้เนื่องจากการทำวนเกษตรนั้นต้องใช้เวลาถึงจะสามารถเห็นตัวเงินทำให้คนในชุมชนหันไปทำงานโรงงานอุสาหากรรมที่ได้เงินตอบแทนแน่นอนมากกว่า

“ตอนนี้ในชุมชนเริ่มมีคนสนใจแต่ยังมีคนคัดค้านว่าปลูกแล้วจะอยู่ได้ยังไง คนไม่ยอมเปลี่ยนยังนึกถึงเรื่องรายได้เป็นหลัก” (วินัย สุวรรณไตร, สัมภาษณ์, 12 ตุลาคม 2561)

3. คนในชุมชนยังขาดความรู้ในการจัดการป่า ขาดความรู้ในการที่จะนำต้นไม้ พืชสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ ไม่ทราบว่าจะนำต้นไม้มาทำเป็นยารักษาโรค อาหาร เครื่องใช้สอยได้อย่างไร

4. ในปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ในชุมชนเริ่มลดน้อยลงเนื่องจากคนในชุมชนนำต้นไม้ พืชสมุนไพร ไปใช้ประโยชน์แต่ไม่มีการปลูกทดแทนจึงทำให้ต้นไม้ที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์นั้นหายากขึ้นและต้นไม้บางชนิดจะหายไปจากชุมชนในที่สุด

5. คนในชุมชนยังขาดความสามัคคี ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ทำใครทำมัน สนใจแต่ญาติพี่น้องของตนเอง ช่วงที่เริ่มมีงานวิจัยเข้ามาในชุมชน คนในขุมชนเริ่มมีความรู้มากขึ้น ต่อต้าน ไม่ยอมรับความคิดอะไรใหม่เข้ามาเพราะคิดว่าตนเองนั้นมีความรู้มากพออยู่แล้วไม่จำเป็นต้องสนใจผู้อื่น

แนวทางการขยายผลแนวคิดวนเกษตร

จากการประชุมกลุ่มย่อยได้แนวทางการขยายผลแนวคิดวนเกษตร ดังนี้

ด้านเทคโนโลยี ชุมชนบ้านหลุมมะขามควรมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภูมิปัญญาระหว่างชาวบ้าน เป็นการถ่ายทอดภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการทำวนเกษตรให้ผู้อื่นได้รับรู้และนำความรู้จากผู้อื่นไปปรับใช้กับตนเอง เป็นการรื้อฟื้นภูมิปัญญาเดิมในสมัยอดีตเพื่อไม่ให้สูญหายไป ควรมีการอบรม ศึกษาดูงานด้านเทคโนโลยีในการทำวนเกษตร ทั้งของสมัยใหม่และดั้งเดิมของท้องถิ่น เพื่อให้รู้จักใช้เทคโนโลยีหรือภูมิปัญญาอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม ควรได้รับความรู้ในการบำรุงรักษาเทคโนโลยีให้คงสภาพดีเพื่อการใช้งานและสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ ส่งเสริมให้มีการศึกษา ทดลอง ทดสอบ เพื่อให้ได้เทคโนโลยีใหม่ที่สอดคล้องกับบริบทพื้นที่

ด้านเศรษฐกิจ ชุมชนบ้านหลุมมะขามควรมีปราชญ์ชาวบ้านเข้าไปให้ความรู้ในด้านการจัดการป่าว่ามีประโยชน์ในด้านใดบ้าง สามารถนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อะไรได้บ้างที่จะสามารถนำใช้ได้ในครัวเรือน ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นจะสามารถช่วยให้คนในชุมชนสามารถพึ่งตนเองได้ เป็นการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนมาใช้ประโยชน์ ไม่ต้องเสียเงินซื้อของใช้ต่าง ๆ เมื่อชุมชนมีผลิตภัณฑ์เป็นของตนเองก็จะสามารถสร้างเอกลักษณ์ สร้างความโดดเด่นให้กับชุมชน ชุมชนอื่น ๆ หรือนักท่องเที่ยวก็จะให้ความสนใจเข้ามาเรียนรู้ เป็นการสร้างรายได้ภายในชุมชน

ด้านทรัพยากร ควรส่งเสริมให้มีการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และมีการฟื้นฟูทรัพยากรไปด้วยในตัว เช่น การอนุรักษ์ป่าสามอย่างประโยชน์สี่อย่าง การปลูกพืชห้าระดับ เป็นต้น เพราะเมื่อนำทรัพยากรมาใช้แล้วเราก็ต้องมีการปลูกทนแทน ไม่เช่นนั้นจะทำให้ทรัพยากรที่มีอยู่หมดไป ควรมีปลูกฝังให้เด็กเยาวชนรุ่นใหม่รักและหวงแหนป่าไม้ เพื่อที่อนาคตจะได้เป็นกำลังสำคัญในการช่วยดูแล อนุรักษ์ป่าไม้ต่อไป

ด้านสังคม คนในชุมชนต้องมีความเป็นหนึ่งเดียวกัน รู้จักเรียนรู้และพัฒนาตนเอง ผู้นำในชุมชนต้องมีประสิทธิภาพสามารถนำคนในชุมชนให้ปฏิบัติหน้าที่ต่าง ๆ นำไปสู่เป้าหมาย มีคุณธรรม จริยธรรม รวมทั้งเชื่อมโยงให้แต่ละชุมชนร่วมมือช่วยเหลือเกื้อกูลกัน นำความรู้ที่ได้รับมาถ่ายทอด เผยแพร่ให้ได้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน สร้างเครือข่ายวนเกษตรเพื่อปรึกษา หารือ แลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน

ด้านจิตใจ ควรมีการประชุมประจำเดือนเพื่อพูดคุยกันของคนในชุมชน พูดคุยถึงสารทุกข์สุกดิบ ปัญหาอุปสรรคในการทำงาน ถ้าคนในชุมชนมีปัญหาอะไรก็สามารถมาสอบถามภายในกลุ่มให้คนในกลุ่มช่วยกันหาทางแก้ไขปัญหา ในการประชุมต้องมีการให้กำลังใจกันให้คนในชุมชนมีสภาพจิตใจที่เข้มแข็งในการต่อสู้กับปัญหาอุปสรรคในการหาเลี้ยงชีพ ให้คนในชุมชนเห็นว่าการทำวนเกษตรสามารถพึ่งตนเองได้ มีกำลังใจในการต่อสู้ชีวิต มีความสุจริต ความพยายาม ยึดหลักทางสายกลาง และมีความพร้อมมุ่งมั่นพัฒนาชีวิตให้เจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น



Figure 2 Focus Group for study the development process and the hands-on experience

อภิปรายผลการศึกษา

บ้านหลุมมะขาม ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา มีชาวบ้านทำวนเกษตรอย่างจริงจัง 5 ครัวเรือนจาก 119 ครัวเรือน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชาวบ้านยังไม่เห็นถึงความสำคัญในการทำวนเกษตร เพียงแค่เห็นว่าการทำวนเกษตรคือการปลูกป่าแต่ไม่รู้ว่าปลูกแล้วจะนำไปใช้อะไรได้ จึงทำให้คนในชุมชนเลือกที่จะเข้าไปทำงานโรงงานหรือทำการเกษตรที่ไม่ใช่การปลูกป่า ส่งผลให้เด็กเยาวชนรุ่นใหม่ไม่มีความรู้ในการทำวนเกษตรเพราะรุ่นพ่อรุ่นแม่ไม่ให้ความสำคัญ จึงมีการร่วมกันคิดหาแนวทางในการขยายผลแนวคิดการทำวนเกษตร โดยเน้นการแก้ปัญหาจุดอ่อนของกลุ่มและมุ่งตอบสนองความต้องการของโอกาสที่เข้ามา ได้แนวทางในการขยายผลด้านเทคโนโลยีคือ ควรมีการรื้อฟื้นภูมิปัญญาเกี่ยวกับการทำวนเกษตรในสมัยอดีตเพื่อไม่ให้สูญหายไป มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภูมิปัญญาเกี่ยวกับการทำวนเกษตรระหว่างชาวบ้าน เป็นการถ่ายทอดภูมิปัญญาให้ผู้อื่นได้รับรู้และนำความรู้จากผู้อื่นไปปรับใช้กับตนเอง สอดคล้องกับทฤษฎีการขยายผลของสุเทพ พันประสิทธิ์ (2558) ในเรื่องการขยายผลแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนต้นแบบสู่ชุมชนอื่น ซึ่งจะส่งเสริมให้ชุมชนมีการอบรม ศึกษาดูงานด้านเทคโนโลยีทั้งของสมัยใหม่และดั้งเดิมของท้องถิ่นที่เรียกว่าภูมิปัญญาชาวบ้าน ให้ชาวบ้านรู้จักใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้มีการศึกษา ทดลอง ทดสอบ เพื่อให้ได้เทคโนโลยีใหม่ที่สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศและสังคม

สรุปผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษา พบว่าคนในชุมชนเริ่มสนใจการทำวนเกษตรจากการไปเยี่ยมชมสวนป่าวนเกษตรอำเภอสนามชัยเขต จากนั้นจึงกลับมาทำที่ชุมชนตนเองแต่ก็ยังคิดถึงเรื่องรายได้เป็นหลัก หลังจากนั้นเริ่มมีงานวิจัยเข้ามาคนในชุมชนก็มีองค์ความรู้ต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น แต่ก็ยังไม่สนใจ ไม่เห็นความสำคัญในการพึ่งตนเอง ปัจจุบันสมาชิกในชุมชนบ้านหลุมมะขามที่ประสบความสำเร็จในการทำวนเกษตร จึงกำลังพยายามผลักดันให้เกิดการทำวนเกษตรมากขึ้น ซึ่งขณะนี้ในชุมชนเริ่มมีคนสนใจมากขึ้นแต่ยังมีบางคนคัดค้านว่าปลูกแล้วจะอยู่ได้อย่างไร เพราะยังมองภาพไม่ออกว่าการทำวนเกษตรจะสามารถพึ่งตนเองได้

จากการศึกษาปัญหาในการขยายผลแนวคิดวนเกษตร ชุมชนบ้านหลุมมะขาม พบว่าชาวบ้านยังมองไม่เห็นภาพว่าถ้าหากทำวนเกษตรแล้วจะสามารถพึ่งตนเองได้อย่างไร ยังคำนึงถึงเรื่องเงินเป็นสำคัญ ไม่ให้

ความสำคัญกับการพึ่งตนเอง ขาดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ชาวบ้านเริ่มมีองค์ความรู้ทำให้ต่อต้าน ไม่ยอมรับอะไรใหม่เพราะคิดว่าตนเองนั้นมีความรู้มากพออยู่แล้วไม่จำเป็นต้องสนใจผู้อื่น

แนวทางการขยายผลวนเกษตร ชุมชนบ้านหลุมมะขาม พบว่าแนวทางการขยายผลการทำวนเกษตรบ้านหลุมมะขาม มีดังนี้ ด้านเทคโนโลยีควรได้รับการอบรม ศึกษาดูงานด้านเทคโนโลยีการทำวนเกษตร ทั้งของสมัยใหม่และดั้งเดิมของท้องถิ่นที่เรียกว่าภูมิปัญญาชาวบ้าน เพื่อให้รู้จักใช้เทคโนโลยีหรือภูมิปัญญาอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมสอดคล้องกับบริบทพื้นที่ ด้านเศรษฐกิจควรมีปราชญ์ชาวบ้านเข้าไปให้ความรู้ในด้านการจัดการป่าเพื่อพัฒนาไปเป็นผลิตภัณฑ์ สร้างเอกลักษณ์ สร้างความโดดเด่นให้กับชุมชน ชุมชนอื่น ๆ หรือนักท่องเที่ยวก็จะให้ความสนใจเข้ามาศึกษา เป็นการสร้างรายได้ภายในชุมชน ด้านทรัพยากรควรมีการส่งเสริมให้มีการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีการฟื้นฟูทรัพยากรไปด้วยในตัว ด้านสังคมคนในชุมชนต้องมีความเป็นหนึ่งเดียวกัน ผู้นำในชุมชนต้องมีประสิทธิภาพ มีคุณธรรม จริยธรรม มีการสร้างเครือข่ายวนเกษตรเพื่อปรึกษา หารือ แลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ด้านจิตใจควรใช้โอกาสมีการประชุมประจำเดือนเพื่อพูดคุยกันของคนในชุมชน ให้กำลังใจกันสร้างเสริมคนในชุมชนให้มีสภาพจิตใจที่เข้มแข็งในการต่อสู้กับปัญหาอุปสรรค สร้างความตระหนักให้คนในชุมชนเห็นว่าการทำวนเกษตรสามารถพึ่งตนเองได้

เอกสารอ้างอิง

มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน(ประเทศไทย). 2560. **วนเกษตร (Agroforesty farming).** แหล่งที่มา: http://www.sathai.org/autopagev4/show_page.php?topic_id=686&auto_id=15&TopicPk=, 25 พฤศจิกายน 2561.

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองไม้แก่น. 2561. **หมู่ 8 บ้านหลุมมะขาม.** แหล่งที่มา: http://www.govesite.com/nongmaikaen/content.php?cid=201804181202379prqzhM, 4 พฤศจิกายน 2561.

วินัย สุวรรณไตร. 2561. **สัมภาษณ์**, 12 ตุลาคม 2561.

วินัย สุวรรณไตรและคณะ. 2549. **โครงการการศึกษาแนวทางสร้างการเรียนรู้เพื่อการพึ่งตนเองแบบมีส่วนร่วมของสมาชิก ธนาคารชุมชนบ้านหลุมมะขาม ต.หนองไม้แก่น อ.แปลงยาว จ.ฉะเชิงเทรา.** ฝ่ายวิจัยเพื่อท้องถิ่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพฯ.

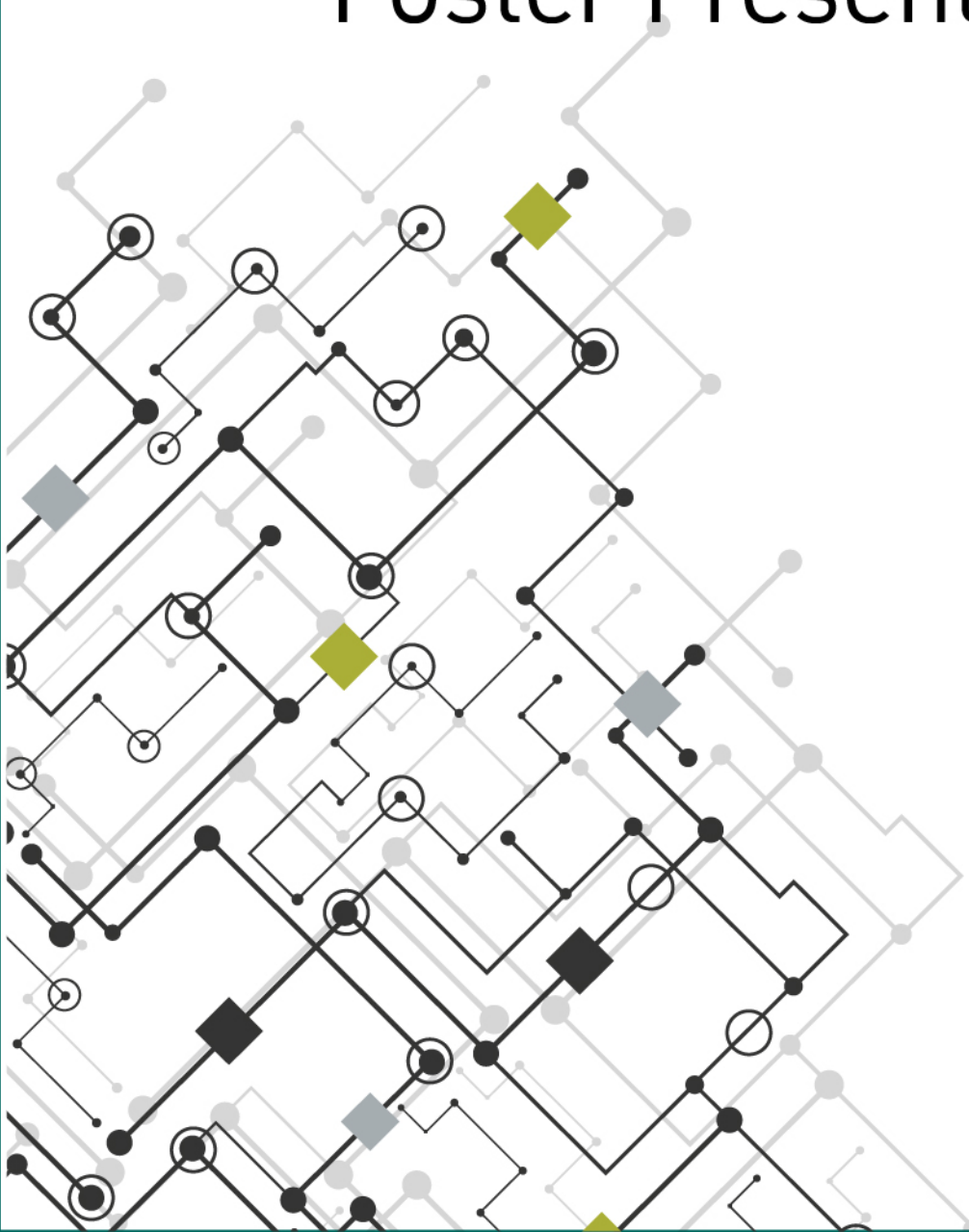
สุเทพ พันประสิทธิ์. 2558. **การศึกษาการขยายผลทางเศรษฐกิจของ ชุมชนบนพื้นฐานแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี.** วารสารสุทธิปริทัศน์ 29(92) : 304-321.

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

Subject: Agricultural Extension and Home Economics

ภาคโปสเตอร์

Poster Presentation



KU
KASETSART
UNIVERSITY

การเสริมปลากะตักผงและแป้งข้าวกล้องในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสน้ำพริกเผา

The Fortification of Ground Anchovy and Brown Rice Flour in Kanom Tong Muan Flavored with Chilli Paste

บุษกร สุทธิประภา[1*] ภาณุพงศ์ เกิดรี[1] และ สัมฤทธิ์ พุทธิปัญญาภรณ์[1]

Bussakorn Suttiprapa[1*], Panupong Koedree[1] and Samrit Putthipanyaporn[1]

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนรสน้ำพริกเผาที่มีการเสริมแคลเซียมจากปลากะตักและใยอาหารจากแป้งข้าวกล้อง มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการลงในผลิตภัณฑ์ โดยการเสริมแคลเซียมจากปลากะตัก ใยอาหารจากแป้งข้าวกล้อง และปรับปรุงรสชาติรสน้ำพริกเผาลงในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน โดยคัดเลือกสูตรของรัมภา (2552) เป็นสูตรพื้นฐาน ผลการศึกษาปริมาณการเสริมปลากะตักผงทอดกรอบในขนมทองม้วนพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับปริมาณปลากะตักผงทอดกรอบที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ร้อยละ 20 และปริมาณแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีอัตราส่วน 25:75 มีคุณลักษณะที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน และผู้บริโภคให้การยอมรับปริมาณน้ำพริกเผาที่ร้อยละ 10 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมประกอบด้วย แป้งสาลี 13.66% แป้งข้าวกล้อง 4.56% แป้งมัน 1.70% ไข่ไก่ 11.50% กะทิ 36.53% น้ำตาลมะพร้าว 14.54% เกลือ 0.04% น้ำ 6.35% งาดำ2.67% ปลากะตักผงทอดกรอบ 3.64% และน้ำพริกเผา 4.76% ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น 5.32% โปรตีน 12.79% ไขมัน 21.43 เถ้า 2.74% คาร์โบไฮเดรต 57.72% พลังงานทั้งหมด 474.91 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 192.87 กิโลแคลอรี แคลเซียม 226.76 มก/100 กรัม ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด <10 cfu/g และยีสต์และรา <10 cfu/g ตามลำดับ โดยได้รับคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบมาก (4.24 คะแนน)

ABSTRACT

Development of Kanom Tong Muan of supplemented calcium with chilli paste was aimed to value added of calcium from anchovy fish, dietary fiber from brown rice flour and flavor from chilli paste. To selected basic recipe from Rumpha, 2552. The study showed that 20% of fried anchovy fish powder and ratio of brown rice flour partial substitution of wheat flour (25 : 75) suitable for the formula and consumer accepted 10% of chilli paste. The formulation composed of wheat flour 13.66%, brown rice flour 4.56%, tapioca flour 1.70%, egg 11.50%, coconut milk 36.53%, coconut sugar 14.54%, salt 0.04%, water 6.35%, black sesames seeds 2.67%, ground anchovy 3.64% and chilli paste 4.76%. The product contained of moisture 5.32% , protein of 12.79% , fat of 21.43, ash of 2.74% , carbohydrate of 57.72% , total calories 474.91 kcal, calories from fat 192.87 kcal, calcium 226.76 mg/100g , aerobic plate count <10 cfu/g, yeasts and molds <10 cfu/g respectively. The overall liking score was rated as like extremely (score = 4.24)

Key words : Kanom Tong Muan, Calcium

*Corresponding author ; **s.bussakorn@gmail.com**

[1]สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

[1] Home Economics Programme, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University, Bangkok 10600

คำนำ

ในปัจจุบันคนไทยยังได้รับปริมาณแคลเซียมจากอาหารไม่พอเพียงต่อความต้องการของร่างกาย ซึ่งแคลเซียมเป็นสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกายช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง อีกทั้งยังมีส่วนในการพัฒนาการทำงานของอวัยวะที่สำคัญต่างๆ ในร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อหัวใจ หลอดเลือด และระบบประสาท เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ได้รับจากการกินอาหารเพียง 1 ใน 3 ของค่าแนะนำ (800 มก.) ถ้าร่างกายขาดแคลเซียมตั้งแต่ในเด็กจะพบว่า ภาวการณ์เจริญเติบโตของกระดูกผิดปกติ และยังส่งผลต่อเนื่องถึงในวัยผู้ใหญ่ทำให้กระดูกบางและเป็นโรคกระดูกพรุนได้ง่ายโดยเฉพาะผู้หญิงในช่วงวัยหมดประจำเดือน และผู้สูงอายุ (สถาบันโภชนาการ, 2554) แต่พบว่าในอาหารประเภทปลาเล็กปลาน้อย หรือ ปลากะตักที่ในประเทศไทยสกุล *Encrasicholina* มีอยู่ 6 ชนิดเรียกชื่อตามท้องถิ่น ได้แก่ ปลากะตักหัวแหลม ปลามะลิ ปลาจิ้งจั้ง ปลาหัวอ่อน ปลายิ่วเกี๊ยะ โดยลักษณะเด่น คือ ลำตัวค่อนข้างกลม เห็นกระดูกชัดเจนครีบก้น มีจุดเริ่มอยู่หลังบริเวณด้านท้ายฐานครีบหลัง และมีแถบสีน้ำเงินข้างตัวชัดเจนในการจำแนกปลากะตักสกุล *Encrasicholina* และ *Stolephorus* (นิศานาถ, 2561) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของปลากะตักแห้ง 100 กรัม ประกอบไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย คือ โปรตีน 70.1 กรัม แคลเซียม 1333.26 มิลลิกรัม และไอโอดีน 304.85 ไมโครกรัม (สำนักงานโครงการสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา, 2551) นอกจากนี้ยังมีพืชที่มีประโยชน์และให้แคลเซียมสูงอีกหลายชนิดเช่น งาดำ ซึ่งมีชื่อสามัญ black sesame seed หรือวิทยาศาสตร์*คือ Sesamum indicum* L. ในข้าวกล้องยังมีโปรตีนร้อยละ 6-12 วิตามิน เช่น บี1 บี2 บี6 อี ไนอะซิน แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส และทองแดง ซึ่งจะช่วยให้ส่วนต่างๆ ของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีใยอาหาร (dietary fiber) มากซึ่งจะทำให้ท้องไม่ผูก และช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้ใหญ่ มีผลทำให้สุขภาพดีขึ้น เมื่อรับประทานข้าวกล้องเป็นประจำทุกวัน (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2558) การใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวเพื่อทดแทนแป้งสาลี เนื่องจากในแป้งข้าวประกอบด้วยโปรตีนที่ไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ และย่อยง่าย มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายเช่นเดียวกัน ดังนั้นการใช้แป้งข้าวจึงมักทำเป็นแป้งผสม โดยแป้งข้าวที่เหมาะสมสำหรับการนำมาทำขนมประเภทคุกกี้ควรมีประมาณอมิโลสปานกลางและสูง จะช่วยรักษาสภาพการเปราะ หักของชิ้นขนม เนื่องจากภายในเมล็ดข้าวจะมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักอยู่ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและมีโปรตีนประมาณ 5-14 เปอร์เซ็นต์ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2561) ดังนั้นแป้งข้าวจึงเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับผู้บริโภคทุกช่วงวัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนซึ่งเป็นขนมประเภทขบเคี้ยวที่มีรสชาติกรอบหวาน มัน และหารับประทานได้ทั่วไปโดยการเสริมแคลเซียมจากปลากะตัก การนำแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีเพื่อเพิ่มใยอาหารอีกทั้งยังเป็นทางเลือกเพื่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภค และปรับปรุงรสชาติของขนมทองม้วนโดยการเติมน้ำพริกเผาซึ่งน้ำพริกเผาจัดเป็นอาหารพื้นบ้านภาคกลางที่เหมาะสำหรับนำไปเป็นส่วนผสมในขนมประเภทขบเคี้ยวลงในผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้แก่ผู้บริโภคมีทางเลือกที่หลากหลาย

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมทองม้วน

คัดเลือกสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วนจำนวน 3 สูตรจาก รัมภา (2552), กัญญา (2551) และ ปราณี (2548) (Table 1)โดยพิจารณาจากคุณลักษณะที่ดีทางกายภาพของขนมทองม้วนในด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ และสี เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมสำหรับการทดลองในขั้นต่อไป

Table 1 Basic Formula of Kanom Tong Muan

Ingredients	Content (%)		
	Formula [1]	Formula [2]	Formula [3]
Wheat Flour	19.80	23	1.40
Tapioca flour	1.90	-	3.50
Rice flour	-	-	6.10
Egg	12.50	12.1	15
Coconut milk	39.70	45.90	47.90
Coconut sugar	15.80	15.60	22.10
Salt	0.50	0.50	0.50
Water	6.90	-	-
Black sesames	2.90	2.90	3.50

Note **Formula** [1] = Rumpha, 2552

Formula [2] = Kanya, 2551

Formula [3] = Pranee, 2548

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมปลากะตักผงและแป้งข้าวกล้องรสน้ำพริกเผา

1. การศึกษาปริมาณปลากะตักผงทอดกรอบในขนมทองม้วน

โดยทำการเสริมปริมาณปลากะตักลงในขนมทองม้วน ในปริมาณร้อยละ 15, 20 และ 25 ของปริมาณน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมดและนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 50 คน ด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความหวาน สี กลิ่น และความชอบโดยรวม ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 5-point hedonic scale

2. การศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแคลเซียมจากปลากะตัก

โดยทำการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลี 4 ระดับ คือ 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 โดยน้ำหนักตามลำดับ และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 30 คน ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 5-point hedonic scale

3. การศึกษาปริมาณน้ำพริกเผาในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน

โดยการคัดเลือกผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผา A, B และ C ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน โดยการทดสอบความชอบกับผู้บริโภคจำนวน 30 คน ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ

โดยรวม ด้วยการให้คะแนนความชอบ 5-point hedonic scale จากนั้นนำน้ำพริกเผาที่ได้มาทำการศึกษาปริมาณน้ำพริกเผาที่เสริมลงในขนมทองม้วนที่ร้อยละ 5, 10 และ 15 ต่อปริมาณส่วนผสมทั้งหมด และนำผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบกับผู้บริโภคจำนวน 50 คน ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 5-point hedonic scale

การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแคลเซียมรสน้ำพริกเผา

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดมาวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายโดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณแคลเซียม และคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2016)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมทองม้วน

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วน โดยพิจารณาจากคุณลักษณะที่ดีทางกายภาพ และขั้นตอนในการผลิตของขนมทองม้วนพบว่า ขนมทองม้วนที่ดีควรมีลักษณะปรากฏของแผ่นแป้งที่มีความสม่ำเสมอ ไม่หนาหรือบาง เนื้อขนมมีความมันเงาจากกะทิไม่แข็งหรือมีปริมาณแป้งที่หนาจนเกินไปทำให้ไม่สามารถม้วนขนมได้ ซึ่งจะมีผลต่อความกรอบ และขนมควรมีสีเหลืองทองสวย โดยสูตรของกัญญา (2551) มีลักษณะแป้งด้านไม่มันเงา และในสูตรของปราณี (2548) ลักษณะแป้งของขนมทองม้วนมีความหนา ไม่กรอบ แต่สูตรของรัมภา (2552) ลักษณะแป้งขนมทองม้วนที่ได้มีความมันเงา กรอบ และมีสีเหลืองทองจึงมีความเหมาะสมในการพัฒนาสูตรต่อไป

ผลการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมปลากะตักผงและแป้งข้าวกล้องรสน้ำพริกเผา

1. ผลการศึกษาปริมาณปลากะตักผงทอดกรอบในขนมทองม้วน

จากการศึกษาปริมาณการเสริมปริมาณปลากะตักผงทอดกรอบในขนมทองม้วน (Table 2) พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับปริมาณปลากะตักผงทอดกรอบที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ร้อยละ 20 สูงที่สุดในด้านคุณลักษณะปรากฏ ความกรอบ รสหวาน สี และความชอบโดยรวม ปริมาณผงปลากะตักที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทางสถิติ ($p \square 0.05$) โดยคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบมาก เนื่องจากตัวขนมทองม้วนมีลักษณะแป้งบางกรอบ สีน้ำตาลทอง รสชาติหวานปานกลาง และมีกลิ่นปลาเล็กน้อย เนื่องจากเมื่อผสมปลากะตักผงทอดกรอบลงในขนมทองม้วนจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีออกโทนน้ำตาล (ภัทรานี และคณะ, 2544)

Table 2 Sensory characteristics of Kanom Tong Muan supplemented calcium from ground anchovy.

Fried Anchovy fish Powder (%)	Appearance	Crispness	Sweet	Color	Odour	Overall liking
15	3.56[b]	3.26[b]	3.40[b]	3.82[b]	3.24[b]	3.70[c]
20	3.88[a]	3.78[a]	3.62[a]	3.96[a]	3.24[b]	4.06[a]
25	3.46[b]	3.70[a]	3.46[b]	3.86[b]	3.42[a]	3.94[b]

Note (a-c) Means with in the same column with different letters are significantly different (p □ 0.05)

2. ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแคลเซียมจากปลากะตัก

จากการศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแคลเซียมจากปลากะตัก (Table 3) ในอัตราส่วนแป้งข้าวกล้องที่ร้อยละ 25 คุณลักษณะทางกายภาพของขนมทองม้วนที่ได้มีลักษณะแผ่นกรอบสีเหลือง แผ่นแป้งเรียบสม่ำเสมอ แป้งข้าวกล้องร้อยละ 50 ขนมทองม้วนมีลักษณะแผ่นกรอบสีเหลือง แผ่นแป้งขรุขระไม่สม่ำเสมอ แป้งข้าวกล้องร้อยละ 75 ขนมทองม้วนมีลักษณะแผ่นกรอบเล็กน้อย สีเหลือง แผ่นแป้งขรุขระ และแป้งข้าวกล้องร้อยละ 100 ขนมทองม้วนมีลักษณะแผ่นนิ่มเหนียว สีเหลืองอ่อน แผ่นแป้งขรุขระ และจากจากการประเมินทางประสาทสัมผัสปริมาณของแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีพบว่า ที่อัตราส่วน 25:75 มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป โดยปริมาณแป้งข้าวกล้องที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความชอบในด้านความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ทางสถิติ (p □ 0.05) เนื่องจากขนมที่ได้มีลักษณะแผ่นแป้งบางกรอบสม่ำเสมอ สามารถม้วนงอได้ มีสีเหลืองทอง (Fig 1) โดยคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบมาก แต่ปริมาณแป้งข้าวกล้องที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความชอบในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทางสถิติ(p>0.05)ด้าน ลักษณะปรากฏ สี ความกรอบของขนมทองม้วน ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้งข้าวกล้องสีนิลมากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายของเค้กแครอทงาดำมีปริมาตรลดลง แต่ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น โดยมีผลต่อความอ่อนนุ่ม ความแน่นเนื้อ และการเกาะตัวของผลิตภัณฑ์ (ธิดารัตน์ และคณะ, 2557) และเมื่อเพิ่มปริมาณของแป้งข้าวกล้องเริ่มงอกมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งลดลง ร่วนมากขึ้น ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ไส้สับปะรด (รสพร และคณะ, 2551)

Table 3 Sensory characteristics of brown rice flour to substituted wheat flour in Kanom Tong Muan supplemented calcium

Brown rice flour :	Appearance[ns]	Crispness	Flavour	Color[ns]	Odour[ns]	Overall liking

Wheat flour						
25 : 75	3.90	3.97[a]	3.77[a]	3.73	3.67	3.87[a]
50 :50	3.97	3.50[b]	3.30[b]	3.60	3.50	3.67[ab]
50 : 75	3.77	2.90[c]	3.50[ab]	3.60	3.50	3.50[b]
100 : 0	3.67	2.70[c]	3.40[b]	3.53	3.40	3.30[c]

Note (a-c) Means with in the same column with different letters are significantly different (p □ 0.05)

(ns) not significant

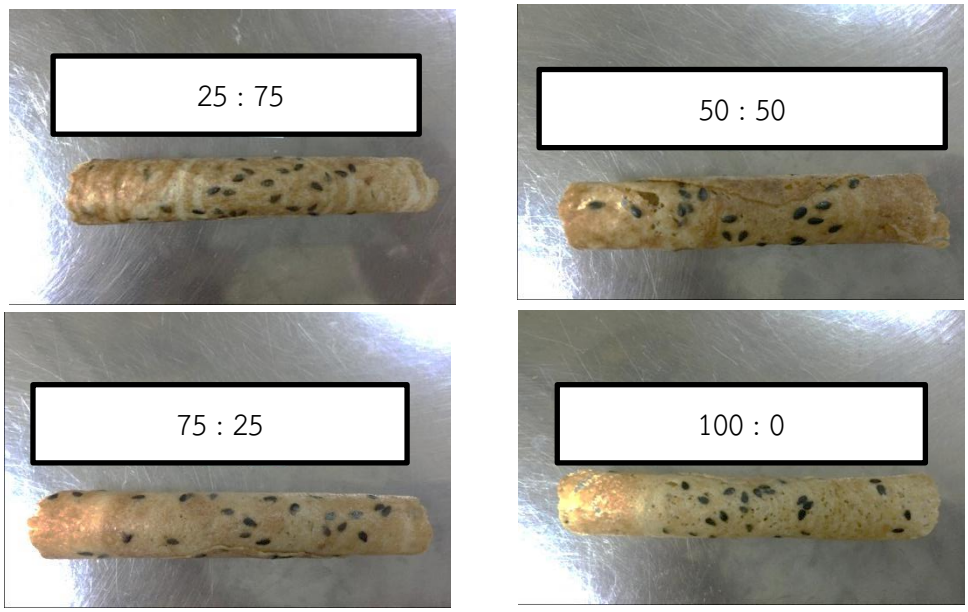


Figure 1 Characteristics of brown rice flour to substituted wheat flour in Kanom Tong Muan supplemented calcium

3. ผลการศึกษาปริมาณน้ำพริกเผาในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน

จากการคัดเลือกผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาที่วางจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 3 ชนิด (Table 4) โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า น้ำพริกเผายี่ห้อ B ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก และมีคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำพริกเผามีสีส้ม เนื้อเหลว มีน้ำมันลอยหน้าเป็นส่วนผสม จึงนำน้ำพริกเผายี่ห้อ B มาทำการเสริมลงในขนมทองม้วนเสริมแคลเซียม

จากนั้นนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นขนมทองม้วนเสริมแคลเซียมรสน้ำพริกเผา โดยเสริมปริมาณน้ำพริกเผาที่ร้อยละ 5, 10 และ 15 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด (Fig 2) พบว่า ปริมาณน้ำพริกเผาที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อสี ความกรอบ และลักษณะปรากฏ โดยมีสีน้ำตาลเข้ม เพิ่มขึ้น ความกรอบลดลง และลักษณะแผ่นแป้งขรุขระเพิ่มขึ้น ดังนั้นปริมาณน้ำพริกเผาที่ร้อยละ 10 มีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทางสถิติ (p □ 0.05) โดยคะแนนในด้านความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก (Table 5) แต่ปริมาณน้ำพริกเผาที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความชอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแคลเซียมรสน้ำพริกเผามีลักษณะสีน้ำตาลส้ม กรอบ และแผ่นทองม้วนมีความสม่ำเสมอ ทำให้ม้วนได้ง่าย

Table 4 Sensory Characteristics of chilli paste

Brand	Appearance	Texture	Flavor	Color	Odor ^{ns}	Overall
A	3.20^{b}	3.10^{b}	3.00^{b}	3.23^{b}	3.13	2.90^{c}
B	4.07^{a}	3.90^{a}	4.03^{a}	3.80^{a}	3.50	4.03^{a}
C	3.33^{b}	3.30^{b}	3.37^{b}	3.13^{b}	3.17	3.43^{b}

Note (a-c) Means with in the same column with different letters are significantly different (p □ 0.05)

(ns) not significant

Table 5 Sensory characteristics of Kanom Tong Muan supplemented calcium with different content of chilli paste

Chilli paste (%)	Appearance	Crispness	Flavor	Color	Odour^{ns}	Overall
5	3.84^{b}	4.12^{a}	3.58^{b}	3.56^{a}	3.68	3.80^{b}
10	4.22^{a}	4.12^{a}	4.08^{a}	3.94^{a}	3.88	4.24^{a}
15	4.12^{a}	3.26^{b}	3.82^{b}	3.78^{ab}	3.90	3.92^{b}

Note (a-c) Means with in the same column with different letters are significantly different (p □ 0.05)

(ns) not significant



Figure 2 Kanom Tong Muan supplemented calcium with different content of chilli paste

ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายวิเคราะห์ ขนมทองม้วนที่มีปริมาณปลากะตักผงทอดกรอบที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ร้อยละ 20 และปริมาณแป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีอัตราส่วน 25:75 และปริมาณน้ำพริกเผาที่ร้อยละ 10 โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าขนมทองม้วนที่ได้มีปริมาณแคลเซียมจากปลากะตักและงา 226.76 มก./100 กรัม ลักษณะทางกายภาพเป็นชิ้นอาหารสีน้ำตาล มีเม็ดงาสีดำปน ซึ่งเป็นไปตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (Table 6) อาหารพร้อมบริโภค

Table 6 The chemical composition (gram per 100 g) and microbiological properties of Kanom Tong Muan Supplemented Calcium with Chilli paste.

Chemical composition	Values	Microbiological properties	Values
Moisture (%)	5.32	Aerobic Plate Count (cfu/g)	<10
Protein (%; factor 6.25%)	12.79	Yeasts and Molds (cfu <10/g)	<10
Fat (%)	21.43		
Ash (%)	2.74		
Total Carbohydrate (% ; by difference include crude fiber)	57.72		
Total Calories (Kcal/100 g)	474.91		
Calories from fat (Kcal/100 g)	192.87		
Calcium (mg/100g)	226.76		

สรุป

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแคลเซียมรสน้ำพริกเผาพบว่า ปริมาณปลากระตักผงมีผลต่อคุณลักษณะของขนมทองม้วนโดยจะทำให้ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นปลาเพิ่มขึ้น ปริมาณแป้งข้าวกล้องมีผลต่อความกรอบ และสีของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนนอกจากนี้ยังทำให้แป้งไม่เกาะตัวเป็นแผ่น ปริมาณความชื้นในน้ำพริกเผาส่งผลให้ความกรอบของขนมลดลง ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมแคลเซียมรสน้ำพริกเผาจึงเป็นขนมไทยที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยได้รับแคลเซียมจากปลากะตัก งาดำ และมีใยอาหารจากแป้งข้าวกล้องจึงเหมาะสำหรับบุคคลทุกเพศ ทุกวัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์ นักศึกษา และมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีที่ช่วยสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กัญญา เจริญวัย. 2551. **ทองม้วนโบราณ ทรงเครื่องงาดำ**. สุพรรณบุรี.

สถาบันโภชนาการ. 2554. **การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารว่างเสริมแคลเซียม**. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2561. **ผลิตภัณฑ์จากข้าวและบรรจุภัณฑ์**. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561 http://www.ricethailand.go.th/rkb/product/index.php-file=content.php&id=12.htm

ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ฉบับที่ 3 เรื่อง **เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร**. ลงวันที่ 11มกราคม 2560.

ปราณี ปาเทศน์. 2548. **วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเกาะร่วมใจ**. อุตรดิตถ์.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2558. “**Brown rice : ข้าวกล้อง**” . สืบค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561 จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0884/brown-rice-ข้าวกล้อง.

สำนักงานโครงการสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา. 2551. **เอกสารแผ่นพับหมายเลข 5 /2551ปลากะตักแห้งพระราชทาน**. สวนจิตรลดา, กรุงเทพฯ.

นิศานาถ ตัณทัยย์. 2561. **ปลากะตัก**. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561 จาก https://www.fisheries.go.th/quality/ปลากะตัก.pdf หน้า 1-6.

ภัทรานี เลิศพัฒนคม, เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และ วิชัย หฤทัยธนาสันติ์. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสง และปลากะตัก, น.538-543. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค, ปภาวรินท์ คิงวิ และ ปณัฐชา ชื่นจิต. 2557. ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสีนิลต่อคุณภาพด้านกายภาพและประสาทสัมผัสของเค้กแครอทงาดำ, น.311-318. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รสพร เจียมจริยะรรม, กมลวรรณ แจ้งชัด อนุวัตร แจ้งชัด และ พัชรี ตั้งตระกูล. 2551. การศึกษาผลของแป้งข้าวกล้องงอกต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์คุกกี้ไส้สับปะรด,*ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รัมภา ศิริวงศ์. 2552. **ขนมไทย เล่ม 2**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ดวงกมลพับลิชชิ่งฯ, กรุงเทพฯ.

A.O.A.C, 2016. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemistry. 20th ed. The Association of Official Analysis Chemists. Arlington, Virginia.

สมบัติทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่านการเพาะงอก จากวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน

Physical and Chemical Properties of Germinated and Non-germinated Luem Pua Glutinous Rice Flour from Different Milling Methods

วชิรพงศ์ เยาว์ฤทธิกร[1] ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์[1*] และ อบเชย วงศ์ทอง[1]
Vachirapong Yaoridthikorn[1], Parisut Chalermchaiwat[1*] and Obcheuy Wongtong[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่านการเพาะงอก ร่วมกับวิธีการโม่แป้งที่แตกต่างกัน ต่อสมบัติทางกายภาพ และเคมี โดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (2x3 Factorial in CRD) ศึกษาแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก (GLPF) และไม่ผ่านการเพาะงอก (NGLPF)) ร่วมกับวิธีการโม่แป้ง 3 วิธี (การโม่แห้ง การโม่เปียก และการโม่ผสม) ผลการศึกษาพบว่า ข้าวเหนียวลืมผัวที่ผ่านการงอกมีปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวทีริกแอซิด หรือ สารกาบา (GABA) (15.84 มก./100 ก.) เพิ่มขึ้น 8.5 เท่าของข้าวเหนียวลืมผัวที่ไม่ผ่านการเพาะงอก (1.86 มก./100 ก.) GLPF และ NGLPF ที่ได้จากวิธีการโม่เปียก มีค่า a* สูงสุด แต่มีค่า L* และ b* ต่ำสุด NGLPF จากวิธีการโม่เปียกมีค่าความหนืดสูงสุด ในขณะที่ GLPF จากวิธีการโม่ทั้ง 3 แบบมีค่าความหนืดต่ำสุด GLPF จากวิธีการโม่แห้ง มีปริมาณ โปรตีน (ร้อยละ 18.12) ไขมัน (ร้อยละ 4.23) สารกาบา (21.69 มก./100 ก.) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (501.81 มก.สมมูลของกรดแกลลิก/100 ก.) และสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่วิเคราะห์ด้วยวิธี 2,2-diphenyl-picryhydrazyl radical scavenging assay (DPPH) (109.49 มก.สมมูลของโทรลอกซ์/100 ก.) และวิธี ferric ion reducing antioxidant power assay (FRAP) (1,596.09 มก.สมมูลของเฟอร์รัซซัลเฟต/100 ก.) สูงสุด อย่างไรก็ตาม NGLPF ที่ได้จากวิธีการโม่แห้ง มีปริมาณแอนโทไซยานิน (13.28 มก./100 ก.) สูงสุด ดังนั้นการนำแป้งข้าวเหนียวลืมผัวไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ จึงควรคำนึงถึงชนิดของแป้งและวิธีการโม่ด้วย เพื่อให้ได้แป้งที่มีคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม

ABSTRACT

The present study was aimed to investigate the germinated and non-germinated of Luem Pua glutinous rice flour with different milling methods on the physical and chemical properties. A 2x3 factorial arrangement in CRD with germinated Luem Pua glutinous rice flour (GLPF) and non-germinated Luem Pua glutinous rice flour (NGLPF) and three milling methods (dry milling, wet milling and mix milling) was used. The results showed that the GABA content in the germinated Luem Pua glutinous rice (15.84 mg/ 100g) increased 8.5 fold compared to the non-germinated Luem Pua glutinous rice (1.86 mg/100g). GLPF and NGLPF from wet milling method had the highest a*, but the lowest L* and b* . NGLPF from wet milling method had the highest viscosity, while GLPF had the lowest viscosity. GLPF from dry milling method had the highest protein (18.12%), fat (4.23%), GABA (21.69 mg/ 100g) , total phenolic content (501.8 mg GAE/ 100g) and antioxidant activity i.e. 2,2-diphenyl-picryhydrazyl radical scavenging assay (DPPH) (109. 49 mg TE/ 100g) and ferric ion reducing antioxidant power assay (FRAP) (1,596. 09 mg $FeSO_4$/100g) . However, NGLPF from dry milling method had the highest anthocyanin content (13.28 mg/100g). Therefore, utilization of Luem Pua glutinous rice flour in healthy food products should be considered the types of flour and milling methods for the appropriate their quality and nutrition.

Key Words: Milling methods, Germinated Luem Pua glutinous rice flour,Physical properties, Chemical properties.

* Corresponding author, e-mail: fagrpsch@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

คำนำ

แป้ง เป็นแหล่งอาหารสำคัญที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย และเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารหลายชนิด ทั้งในระดับครัวเรือน และระดับอุตสาหกรรม มีสมบัติเชิงหน้าที่ที่ส่งผลต่อสมบัติของอาหารในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2550) สำหรับประเทศไทยมีการใช้แป้งหลายชนิดเป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหาร โดยเฉพาะแป้งข้าวเหนียว ซึ่งนิยมนำมาใช้ในการผลิตขนมไทย (อบเชย และขนิษฐา, 2558) งานวิจัยนี้สนใจศึกษาข้าวเหนียวลืมผัว ซึ่งเป็นข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมืองของกลุ่มชาติพันธุ์เผ่าม้ง อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และเป็นพืชในโครงการอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์จากข้าวพันธุ์พื้นเมือง ของสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (กรมการข้าว, 2555) อย่างไรก็ตามการนำข้าวเหนียวลืมผัวมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันยังมีไม่มากนัก โดยเฉพาะการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ประกอบกับเมื่อนำข้าวเหนียวลืมผัวมาผ่านกระบวนการเพาะงอก เป็นข้าวกล้องงอกจะพบว่าข้าวนั้นมีสารอาหารเพิ่มมากขึ้น เช่น โปรตีน ไขมัน (วัฒนา และคณะ, 2550) และสารประกอบฟีนอลิก (วรัมพร และคณะ, 2555) จากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดข้าวในระหว่างการงอก โดยมีสารที่สำคัญคือ Gamma-aminobutyric acid หรือสารกาบา (GABA) ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาทประเภทยับยั้ง ช่วยในการทำงานของระบบประสาทและสมอง ลดความวิตกกังวล และควบคุมความดันในกระแสโลหิต (Kayahara *et al*., 2001) ดังนั้นการนำข้าวเหนียวลืมผัวมาผลิตเป็นแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารจึงมีความน่าสนใจ เพราะนอกจากจะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์แล้ว ยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพให้กับผู้บริโภค และสามารถตอบสนองโครงการของภาครัฐในการใช้ประโยชน์จากข้าวพันธุ์พื้นเมืองได้อีกทางหนึ่ง โดยวิธีการผลิตแป้งของไทย มี 3 วิธีการ คือ การโม่แห้ง โม่เปียก และโม่ผสม (งามชื่น, 2541) ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านกรรมวิธีการผลิต โดยมีรายงานว่าวิธีการโม่แป้งมีผลต่อโครงสร้างของเซลล์แป้ง และส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพ และเคมีของแป้ง ได้แก่ ค่าความหนืด ปริมาณโปรตีน และไขมัน (Leewatchararongjaroen *et al*., 2016) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่านการเพาะงอก ร่วมกับวิธีการโม่แป้งที่แตกต่างกัน ต่อสมบัติทางกายภาพ และเคมี รวมทั้งปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งข้าวเหนียวลืมผัว เพื่อเป็นองค์ความรู้ในการผลิตแป้งข้าวเหนียวลืมผัวที่มีคุณลักษณะเหมาะสำหรับนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมข้าวเหนียวลืมผัว และการศึกษาวิธีการโม่แป้งข้าวเหนียวลืมผัวที่แตกต่างกัน

เตรียมข้าวเหนียวลืมผัว โดยนำข้าวเปลือกข้าวเหนียวลืมผัว จากจังหวัดเลย มากะเทาะเปลือกเป็นข้าวกล้อง ได้เป็นข้าวเหนียวลืมผัวที่ไม่ผ่านการเพาะงอก จากนั้นเตรียมข้าวเหนียวลืมผัวงอก โดยทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยการแช่ข้าวในสารละลายคลอรีน ความเข้มข้น ร้อยละ 1.25 ในอัตราส่วนข้าว:สารละลายคลอรีน เท่ากับ 1:5 โดยน้ำหนักเป็นเวลา 30 นาที และล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ ตามวิธีการของ Donkor *et al.* (2012) และนำเมล็ดข้าวเหนียวลืมผัวแช่ในน้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนนำมาเพาะงอกบนผ้าขาวบางเปียกน้ำ เป็นเวลา 40 ชั่วโมง และนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง 30 นาที ตามวิธีการของ วชิรพงศ์ และคณะ (2559) และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณสารกาบา ตามวิธีการของ Varanyanond *et al*. (2005)

นำข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่านการเพาะงอก มาผ่านวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน 3 วิธี โดยจัดสิ่งทดลองแบบ แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (2x3 factorial in CRD) โดยการศึกษา 2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ แป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก (GLPF) และไม่ผ่านการเพาะงอก (NGLPF) ปัจจัยที่ 2 คือ

วิธีการผลิตแป้งข้าวเหนียวลืมผัว 3 วิธี ได้แก่ การโม่แห้ง การโม่เปียก และการโม่ผสม โดยดัดแปลงตามวิธีการของ งามชื่น (2541) ดังนี้

1) วิธีการโม่แห้ง นำข้าวเหนียวลืมผัว บดด้วยเครื่องบด Pin mill ให้มีขนาดแป้ง 149 ไมครอน

2) วิธีการโม่เปียก นำข้าวเหนียวลืมผัว แช่น้ำในอัตราส่วนเมล็ดข้าวต่อน้ำ เท่ากับ 1:1.5 (โดยน้ำหนัก W/W)เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วโม่ด้วยเครื่องโม่แบบหิน นำน้ำแป้งที่ได้อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง บดด้วยเครื่องบด Pin mill ให้มีขนาดแป้ง 149 ไมครอน

3) วิธีการโม่ผสม นำข้าวเหนียวลืมผัว แช่น้ำในอัตราส่วนเมล็ดข้าวต่อน้ำ เท่ากับ 1:1.5 (โดยน้ำหนัก W/W) เป็นเวลา 4 ชั่วโมง อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง 30 นาที บดด้วยเครื่องบด Pin mill ให้มีขนาดแป้ง 149 ไมครอน โดยได้แป้งข้าวเหนียวลืมผัวทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง ดังนี้

T1 = แป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอกและผลิตด้วยวิธีการโม่แห้ง

T2 = แป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอกและผลิตด้วยวิธีการโม่เปียก

T3 = แป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอกและผลิตด้วยวิธีการโม่ผสม

T4 = แป้งข้าวเหนียวลืมผัวที่ไม่ผ่านการเพาะงอกและผลิตด้วยวิธีการโม่แห้ง

T5 = แป้งข้าวเหนียวลืมผัวที่ไม่ผ่านการเพาะงอกและผลิตด้วยวิธีการโม่เปียก

T6 = แป้งข้าวเหนียวลืมผัวที่ไม่ผ่านการเพาะงอกและผลิตด้วยวิธีการโม่ผสม

จากนั้นนำแป้งข้าวเหนียวลืมผัวที่ได้จากวิธีการโม่แบบต่างๆ บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ปิดผนึกสุญญากาศ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27±2 องศาเซลเซียส) และนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และเคมี ดังนี้

สมบัติทางกายภาพ

วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี รุ่น Colourflex ยี่ห้อ Hunter lab ประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) จำนวน 10 ซ้ำ และวัดคุณภาพด้านความหนืดของแป้งอย่างรวดเร็ว Rapid visco amylograph (RVA) รุ่น RVA 4D บริษัท Scientific newport, ltd ประเทศออสเตรเลีย ตามวิธีการของ Newport scientific (1997) โดยรายงาน ค่าความหนืดสูงสุด ค่าความหนืดต่ำสุด ค่าความหนืดสุดท้าย และค่าการคืนตัว มีหน่วยเป็น RVU

สมบัติทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และใยอาหาร ตามวิธีการของ AOAC (2010) วิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้แก่ สารกาบา ตามวิธีการของ Varanyanond *et al*. (2005) ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ด้วยวิธี pH differential ตามวิธีการของ Lee *et al*. (2005) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl radical scavenging assay (DPPH) และวิธี Ferric ion reducing antioxidant power assay (FRAP) ดัดแปลงตามวิธีการของ Chalermchaiwat *et al*. (2015) โดยทำการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จัดสิ่งทดลองแบบ 2x3 Factorial in CRD สำหรับการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่านการเพาะงอก ร่วมกับวิธีการโม่แป้งแบบโม่แห้ง โม่เปียก และโม่ผสม และนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม IMB SPSS® version 23 หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) โดยหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการเตรียมข้าวเหนียวลืมผัว

จากผลการศึกษาการเตรียมวัตถุดิบ พบว่า การเพาะงอกส่งผลให้ข้าวเหนียวลืมผัวงอกมีปริมาณสารกาบาเท่ากับ 15.84±0.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งเพิ่มขึ้น 8.5 เท่าของข้าวเหนียวลืมผัวที่ไม่ผ่านการเพาะงอกที่มีปริมาณสารกาบาเท่ากับ 1.86±0.13 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารกาบา เกิดจากกระบวนการดีคาร์บอกซิเลชัน ในระหว่างการงอกของเมล็ดข้าว สังเคราะห์กรดกลูตามิคเป็นสารกาบา (ชนิษฎา, 2553) โดยปริมาณสารกาบาในข้าวเหนียวลืมผัวงอกเป็นไปตามกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร ที่กำหนดปริมาณสารกาบาในข้าวกล้องงอก ไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยน้ำหนักแห้ง (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2555)

ผลการศึกษาวิธีการโม่แป้งข้าวเหนียวลืมผัวที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของ GLPF และ NGLPF ที่ได้จากวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน พบว่า ค่า L* ค่า a* และค่า b* ของ GLPF เปรียบเทียบกับ NGLPF แสดงดัง Table 1 มีความแตกต่างกัน โดย T1 และ T3 มีค่า L* และ b* สูงกว่า T4 และ T6 ในขณะที่ ค่า a* มีค่าต่ำกว่า ส่วน T2 มีค่า L* สูงกว่า T5 เนื่องจากข้าวเหนียวลืมผัวที่ผ่านการเพาะงอก เกิดการสูญเสียรงควัตถุสีม่วง หรือแอนโทไซยานิน ส่วนหนึ่งไปในกระบวนการเพาะงอก จึงทำให้ค่า L* เพิ่มขึ้น และค่า a* ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับ NGLPF โดยค่า a* และค่า b* ของ GLPF และ NGLPF จากวิธีการโม่เปียก ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากวิธีการผลิตแป้งด้วยวิธีการโม่เปียก ข้าวที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบจะผ่านการแช่น้ำ และนำไปบดด้วยเครื่องโม่ รงควัตถุสีม่วง หรือแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบในข้าวเหนียวลืมผัว จึงละลายออกมากับน้ำ เนื่องจากแอนโทไซยานิน สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว เช่น น้ำ เมทานอล (พัชราภรณ์ และคณะ, 2556) และซึมเข้าสู่เซลล์ของแป้งในระหว่างการบดก่อนนำไปอบให้แห้ง จึงเป็นสาเหตุทำให้ GLPF และ NGLPF จากวิธีการโม่ที่ต่างกันมีคุณภาพด้านสีที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปัจจัยของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่านการเพาะงอก และวิธีการโม่แป้งที่แตกต่างกันล้วนมีอิทธิพลต่อค่าสี และยังพบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างแป้งข้าวเหนียวลืมผัวกับวิธีการโม่แป้งเช่นเดียวกัน

Table 1 Color of germinated and non-germinated Luem Pua glutinous rice flour from different milling methods.

Treatments	Color		
	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
T1	61.00±0.01[a]	1.36±0.04[f]	5.65±0.03[a]
T2	36.45±0.04[d]	5.56±0.43[b]	0.61±0.05[e]
T3	60.26±0.04[b]	1.45±0.05[e]	5.36±0.06[b]
T4	51.10±0.16[f]	2.21±0.04[d]	2.25±0.03[d]
T5	35.93±0.09[e]	5.60±0.14[a]	0.64±0.10[e]
T6	59.67±0.06[c]	2.53±0.08[c]	2.91±0.04[c]
	P-value		
LPF	0.00	0.00	0.00
MM	0.00	0.00	0.00
LPF*MM	0.00	0.00	0.00

[a-f] Means within the same column with different letters are significant difference (p□0.05), LPF = Luem Pua glutinous rice flour, MM = Milling methods.

การวิเคราะห์คุณภาพด้านความหนืด แสดงดัง Fig 1 และ Table 2 พบว่า GLPF มีค่าความหนืดลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับ NGLPF จากวิธีการโม่แบบเดียวกัน เนื่องจากการทำงานของเอมไซม์อะไมเลส ซึ่งเกิดขึ้นภายในกระบวนการงอกของเมล็ดข้าว เป็นเอนไซม์สำคัญในการย่อยคาร์โบไฮเดรตให้มีโมเลกุลเล็กลง ซึ่งส่งผลให้คุณภาพด้านความหนืดของแป้งลดลง (ศุรัฐนันท์ และคณะ, 2554) โดยผลทดลองในครั้งนี้ สอดคล้องกับจักรพงษ์ และคณะ (2554) และอุบลรัตน์ และคณะ (2556) ที่รายงานว่าแป้งข้าวกล้องงอกมีค่าความหนืด และค่าการคืนตัวลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวกล้องที่ไม่ผ่านกระบวนการเพาะงอก โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าความหนืดของ GLPF จากวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ค่าความหนืดของ NGLPF จากวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน พบว่า T5 ให้ค่าความหนืดสูงสุด เนื่องจากโครงสร้างของเซลล์แป้งที่ได้จากวิธีการโม่เปียกจะมีความเสียหายมากกว่าวิธีการโม่แห้ง ซึ่งส่งผลต่อโครงสร้างของแอมิโลส แอมิโลเพกทิน และไขมัน ที่เป็นองค์ประกอบภายในเซลล์แป้งให้มีอนุภาคเล็กลง ซึ่งส่งผลให้แป้งเกิดการเจลลาติไนซ์ได้ดี และมีค่าความหนืดที่สูง (Leewatchararongjaroen *et al*., 2016)

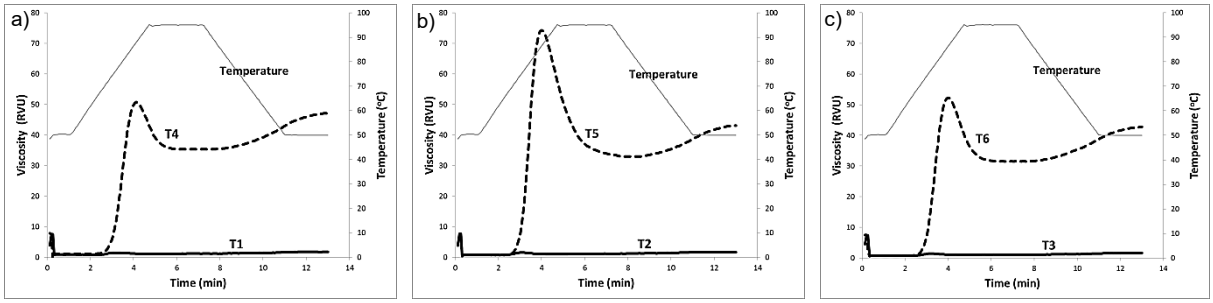


Fig 1 Pasting profile of germinated and non-germinated Luem Pua glutinous rice flour from dry milling (a) wet milling (b) and mix milling (c)

ซึ่งแสดงให้เห็นว่า วิธีการผลิตแป้งที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อคุณภาพด้านความหนืดของ GLPF ที่ผลิตได้ แต่มีผลต่อคุณภาพด้านความหนืดของ NGLPF โดยสมบัติด้านความหนืดมีความสัมพันธ์กับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความคงตัวของเจล และความสามารถในการเกิดรีโทรเกรเดชัน ซึ่ง GLPF ที่มีสมบัติด้านความหนืดต่ำ เมื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีการเกิดรีโทรเกรเดชันได้น้อย และมีแนวโน้มทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความแข็งลดลง จึงเหมาะกับผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่ต้องการเนื้อสัมผัสที่มีความแข็งและความข้นหนืดมาก (ชนิษฎา, 2553) เช่น ขนมไทยประเภทนึ่ง ขนมอบ และขนมขบเคี้ยว ในขณะที่ NGLPF ที่มีสมบัติด้านความหนืดสูงกว่า GLPF นั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการเนื้อสัมผัสที่มีความเหนียว และความกรอบ เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นพาสต้า อาหารเช้าสำเร็จรูป และขนมพองกรอบ เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นการใช้ประโยชน์จากสีม่วงของแป้งข้าว เพื่อเพิ่มสีสันในผลิตภัณฑ์อาหาร และลดการใช้สีสังเคราะห์ได้อีกทางหนึ่ง แสดงให้เห็นว่าปัจจัยของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอกและไม่ผ่านการเพาะงอก กับวิธีการโม่แป้งที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อค่าความหนืด และยังพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างแป้งข้าวเหนียวลืมผัวกับวิธีการโม่แป้งมีผลต่อค่าความหนืดของแป้งข้าวเหนียวลืมผัว

Table 2 Pasting characteristics of germinated and non-germinated Luem Pua glutinous rice flour from different milling methods.

Treatments	Viscosity (RVU)			
	Peak viscosity	Trough	Final viscosity	Setback from trough
T1	1.54±0.05^{d}	1.08±0.00^{e}	1.66±0.00^{e}	0.58±0.00^{e}
T2	1.41±0.00^{f}	1.04±0.05^{f}	1.62±0.05^{e}	0.58±0.11^{e}
T3	1.50±0.11^{e}	1.12±0.05^{d}	1.75±0.00^{d}	0.62±0.05^{d}
T4	50.79±1.00^{c}	35.29±0.29^{a}	47.16±0.35^{a}	11.87±0.05^{a}
T5	74.33±0.35^{a}	32.91±1.29^{b}	43.12±1.94^{b}	10.20±0.64^{c}
T6	52.25±0.58^{b}	31.41±1.06^{c}	42.75±1.53^{c}	11.33±0.47^{b}
	P-value			
LPF	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	0.00	0.00	0.00	0.00
LPF*MM	0.00	0.00	0.00	0.00

$^{a-f}$ Means within the same column with different letters are significant difference (p□0.05), LPF = Luem Pua glutinous rice flour, MM = Milling methods.

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวที่ได้จากวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน แสดงดัง Table 3 และ Table 4 พบว่า กระบวนการโม่แป้งมีผลต่อสมบัติทางเคมีของแป้งข้าวเหนียวลืมผัว โดย T1 มีปริมาณโปรตีน ไขมัน สารกาบา แอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และวิธี FRAP สูงสุด ซึ่งเป็นผลมาจากวิธีการโม่แห้ง เป็นวิธีการผลิตที่มีขั้นตอนน้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างจาก T2 และ T3 ที่มีการใช้น้ำในกระบวนการแช่ข้าว จึงอาจทำให้โปรตีน ไขมัน สารกาบา แอนโทไซยานิน และสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระส่วนหนึ่งสูญเสียไปกับน้ำในระหว่างกระบวนการโม่แป้ง โดยเฉพาะ T2 ที่มีการใช้น้ำในการโม่แป้ง และผ่านการอบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อให้ได้แป้งที่มีลักษณะเป็นผงแห้ง จึงทำให้เกิดการสูญเสียสมบัติทางเคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากกว่า T1 และ T3 ซึ่งสอดคล้องกับ ธัญญาภรณ์ และคณะ (2556) และ Leewatchararongjaroen *et al*. (2016) ที่รายงานว่าแป้งข้าวจากวิธีการโม่แห้งมีปริมาณโปรตีน และไขมัน สูงกว่า แป้งข้าวจากวิธีการโม่เปียก และเมื่อพิจารณาสมบัติทางเคมีของ NGLPF จากวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน พบว่า T4 มีปริมาณแอนโทไซยานิน สูงสุด ในขณะที่ T6 มีปริมาณสารกาบา สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH และ FRAP สูงสุด เนื่องจากวิธีการโม่ผสม ต้องนำข้าวไปผ่านการแช่น้ำเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งในระหว่างการแช่น้ำ มีความเป็นไปได้ว่าภายในเมล็ดข้าวมีการสังเคราะห์สารกาบา และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดขึ้น เนื่องจากการงอกของเมล็ดจะเริ่มตั้งแต่การพองตัวของเมล็ดข้าวเมื่อนำไปแช่น้ำโดยไม่จำเป็นต้องเห็นรากอ่อนแทงทะลุออกมา (ทัศนีย์, 2553) จึงอาจส่งผลให้ T6 มีปริมาณสารกาบา สารประกอบฟีนอลิก และสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นด้วย โดย T5 มีสมบัติทางเคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลสมบัติทางเคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของ T2 ที่มีสมบัติทางเคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่ำกว่า T1 และ T3 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่านการเพาะงอก กับปัจจัยของวิธีการโม่แป้งที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อคุณภาพทางเคมีและปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และยังพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างแป้งข้าวเหนียวลืมผัวกับวิธีการโม่แป้งมีผลต่อคุณภาพทางเคมีและปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแป้งข้าวเหนียวลืมผัวเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นของแป้งข้าวเหนียวลืมผัว นั้นยังคงมีปริมาณความชื้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่กำหนดปริมาณความชื้นไว้ไม่เกิน ร้อยละ 13 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)

Table 3 Chemical properties of germinated and non-germinated Luem Pua glutinous rice flour from different milling methods.

Treatments	Chemical properties					
	Moisture (%)	Protein (% Dry basis)	Fat (% Dry basis)	Ash^{ns} (% Dry basis)	Fiber^{ns} (% Dry basis)	Carbohydrate (% Dry basis)
T1	7.16±0.02^{c}	18.12±0.05^{a}	4.23±0.08^{a}	1.43±0.02	1.41±0.02	74.81±0.09^{e}
T2	5.34±0.01^{d}	15.96±0.10^{d}	4.10±0.13^{b}	1.42±0.07	1.51±0.05	77.01±0.12^{b}
T3	7.27±0.04^{c}	17.75±0.02^{b}	4.15±0.08^{b}	1.45±0.16	1.48±0.04	75.17±0.14^{d}
T4	11.42±0.01^{a}	16.43±0.05^{c}	4.01±0.01^{c}	1.55±0.11	1.43±0.18	76.68±0.23^{c}
T5	5.60±0.04^{d}	14.66±0.10^{e}	3.07±0.14^{e}	1.42±0.01	1.42±0.05	79.58±0.18^{a}
T6	8.14±0.03^{b}	16.41±0.02^{c}	3.21±0.27^{d}	1.48±0.13	1.41±0.05	77.49±0.24^{b}
	P-value					
LPF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LPF*MM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$^{a-f}$ Means within the same column with different letters are significant difference (p□0.05), ^{ns} Means within the same column are not significantly difference (p>0.05).LPF = Luem Pua glutinous rice flour, MM = Milling methods.

Table 4 Bioactive compound contents and antioxidant activities of germinated and non-germinated Luem Pua glutinous rice flour from different milling methods.

Treatments	Bioactive compounds				
	GABA content (mg/100g sample,db)	Total anthocyanin content (mg/100g sample,db)	Total phenolic content (mgGAE/100g,db)	Antioxidant activity	
				DPPH assay (mg TE/100g,db)	FRAP assay (mg $FeSO_4$/100g,db)
T1	21.69±0.42^{a}	2.45±0.16^{d}	501.81±1.40^{a}	109.49±0.14^{a}	1,596.09±2.03^{a}
T2	12.19±0.13^{b}	0.89±0.08^{f}	323.99±1.67^{c}	105.10±0.21^{c}	1,162.53±0.91^{c}
T3	21.44±0.84^{a}	1.36±0.17^{e}	380.46±1.58^{b}	107.62±0.36^{b}	1,279.96±5.61^{b}
T4	7.29±0.36^{d}	13.28±0.19^{a}	226.36±0.71^{e}	101.90±0.25^{e}	522.23±0.89^{e}
T5	1.62±0.16^{e}	6.15±0.24^{c}	178.61±3.44^{f}	95.25±0.52^{f}	358.23±2.30^{f}
T6	10.06±0.23^{c}	9.52±0.20^{b}	288.64±1.04^{d}	102.01±0.13^{d}	844.07±3.13^{d}
	P-value				
LPF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LPF*MM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$^{a-f}$ Means within the same column with different letters are significant difference (p□0.05), GAE = Gallic acid equivalent, TE = Trolox equivalent, $FeSO_4$ = Ferrous sulfate, LPF = Luem Pua glutinous rice flour, MM = Milling methods, db= Dry basis.

สรุป

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า แป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอกและไม่ผ่านการเพาะงอก ร่วมกับวิธีการโม่แป้งแบบโม่แห้ง โม่เปียก และโม่ผสม มีผลต่อสมบัติทางกายภาพ และเคมีของแป้ง โดยแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอกมีสารกาบา สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ในขณะที่แป้งข้าวเหนียวลืมผัวที่ไม่ผ่านการเพาะงอกมีแอนโทไซยานินสูงสุด ซึ่งทั้งแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่านการเพาะงอก ที่ผลิตด้วยวิธีการโม่แห้ง ให้คุณภาพด้านความหนืดที่ไม่แตกต่างจากวิธีการผลิตแบบอื่น และสามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการไว้ได้มากกว่า อีกทั้งมีขั้นตอนในการผลิตน้อยกว่า ซึ่งช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตแป้งมากกว่าวิธีการโม่เปียก และโม่ผสม โดยสามารถนำแป้งข้าวเหนียวลืมผัวงอก และไม่ผ่านการเพาะงอกไปใช้ในการทดแทนหรือเสริมในผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งในระดับครัวเรือน เช่น ขนมไทยที่ใช้แป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น ขนมเทียน ขนมบัวลอย ขนมบ้าบิ่น ขนมถั่วแปบ และในระดับอุตสาหกรรม เช่น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ หรือผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เพื่อสร้างความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งข้าวเหนียวลืมผัว และเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2555. **ข้าวลืมผัว มรดกของแผ่นดิน**. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2550. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

งามชื่น คงเสรี. 2541. **เอกสารการสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

จักรพงษ์ โสวะพันธ์, กมลวรรณ แจ้งชัด และ พัชรี ตั้งตระกูล. 2554. ผลของสภาพการงอกต่อสมบัติความหนืดและปริมาณ GABA ของแป้งข้าวกล้องงอกที่ผลิตจากข้าวเปลือก, น. 408-415. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชนิษฎา วงศ์บาสก์. 2553. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างประเภทนึ่งจากแป้งข้าวเหนียวกล้องงอกไส้ถั่วกวนผสมสตอเบอร์รี่กวน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. 2553. **ภูมิปัญญาอาหารจากข้าว**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ, ศิริพร ขาเลิศ และ สุจิตรา บุญพิมพ์. 2556. การศึกษาสมบัติของสารให้ความ คงตัวและสารอิมัลซิไฟเออร์ในผลิตภัณฑ์ครีมเทียมจากข้าวและการนำไปใช้ประโยชน์ในอาหาร. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**. 8 (1): 21-34

พัชราภรณ์ รัตนธรรม, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น. 2556. สารประกอบฟีนอลิก แอน โทไซยานิน และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องสีงอก. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 44 (2) (พิเศษ) : 441-444.

วชิรพงศ์ เยาว์ฤทธิกร, ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์ และ อบเชย วงศ์ทอง. 2559. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวเหนียวลืมผัวงอกจากระยะเวลาการงอกและระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือกแตกต่างกัน, น. 334-340. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร)**. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

วัฒนา วัชรอาภาไพบูลย, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, อรพิน เกิดชูชื่น และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย. 2550. ผลของพีเอช อุณหภูมิ และเวลาการแช่ข้าวต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 38 (6) (พิเศษ) : 169-172.

วรัมพร วงศ์สุดิน พัชราภรณ์ รัตนธรรม ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น. 2555. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสำคัญในข้าวกล้องงอก. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 43 (2): 553-556.

ศุรัฐนันท์ คงวรรณ, กมลวรรณ แจ้งชัด และ พัชรี ตั้งตระกูล. 2554. ผลของสภาพการงอกต่อสมบัติความหนืดและปริมาณ GABA ของแป้งข้าวกล้องงอกที่ผลิตจากข้าวกล้อง, น. 210-217. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2555. **มาตรฐานสินค้าเกษตร ข้าวกล้องงอก**. มกษ.4003-2555.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แป้งข้าวเหนียว**. มอก.639-2548.

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. 2558. **หลักการประกอบอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 12. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุบลรัตน์ ลี้กำจร, กมลวรรณ แจ้งชัด, ดวงกมล ฉายะศิริพันธ์ และ พัชรี ตั้งตระกูล. 2556. ผลของการแช่ข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในสารละลายไคโตซานร่วมกับกรดต่อคุณภาพของแป้งข้าวกล้องงอก, น. 368-375. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 2010. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C International, 18th ed.** A.O.A.C. International, USA.

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 (1): 490-496.

Donkor, O., N. Stojanovska, L. Ginn, P. Ashton and J. Vasiljevic. 2012. Germinated grains - Sources of bioactive compounds. **Food Chemistry**. 135 (3): 950–959.

Kayahara, H., K. Tsukahara and T. Tatai. 2001. Flavor, health and nutritional quality of pre-germinated brown rice. **Food Flavors and Chemistry: Advances of the New Millennium**. 1: 546-551.

Lee, J., R. Durst and R. Wrolstad. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. **Journal of AOAC International**. 88 (5): 1269-1278.

Leewatchararongjaroen, J., and J. Anuntagool. 2016. Effects of dry-milling and wet-milling on chemical, physical and gelatinization properties of rice flour. **Rice Science**. 23 (5): 274-281.

Newport Scientific. 1997. **A Global Revolution in Food Starch Quality Analysis**. Eden Prairie, Minnesota.

Varanyanond, W., P. Tungtrakul. V. Surojanametakul. L. Watanasiritham and W. Luxang. 2005. Effects of water soaking on gamma-aminobutyric acid (GABA) in germ of different Thai rice varieties. **Kasetsart Journal (Natural Science)**. 39: 411-415.

การพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) จังหวัดกระบี่

Development of Agricultural Learning Center (ALC), Krabi

ธนิษฐา ปานนิล[1*] บำเพ็ญ เขียวหวาน[1] และเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ[1]

TanittaPannil [1*], Bumpen Keawwan[1] and BenchamasYooprasert[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) จังหวัดกระบี่ ประชากรในการศึกษา จำนวน 240 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่ม ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 30.8 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ได้รับความรู้ในการผลิตปาล์มน้ำมันจากสื่อแบบต่างๆ ระดับปานกลาง มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ศพก. มาก ความคิดเห็นต่อการดำเนินงานของ ศพก. มีความพอใจมาก ความสำคัญของ ศพก. มีความสำคัญมากที่สุด ประโยชน์ที่ได้รับจาก ศพก.มีมาก ระดับความพึงพอใจและความต้องการของเกษตรกรต่อการดำเนินงาน มีมาก และมีกิจกรรมที่ต้องการให้เกิดเพิ่มขึ้นใน ศพก. มาก ส่วนปัญหาการดำเนินงานมีแนวทางในการพัฒนา 2 ด้าน 1) ด้าน ศพก. ควรมีการดำเนินงานของ ศพก. ที่ชัดเจน โดยสอดคล้องต่อความต้องการของเกษตรกรในชุมชน และบูรณาการร่วมกับหน่วยงานต่างๆ 2) ด้านการผลิตและตลาดปาล์มน้ำมัน ควรพัฒนาองค์ความรู้ของปาล์มน้ำมัน กระบวนการผลิตปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพ และตลาดปาล์มน้ำมันที่สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการต่อรองราคา โดยการส่งเสริมการเป็นแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมันและส่งเสริมการจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

ABSTRACT

The objective of this study was to study the development of the Agricultural Learning Center (ALC), Krabi. There are 240 people in this study which are collected the information by the interview and focus group. From the study, 30.8% graduated from primary. The level of knowledge in palm oil production from various media of agricultures is Moderate. The level of the understanding and acknowledgment of ALC is High and highly agree with the operation of ALC. The significant of ALC to agriculturists is Very High. The benefit of ALC is High. The satisfaction and demands of agriculturists to the operation is High. The requirement of additional activities from ALC is High. For the operational problems, there are 2 development guidelines, 1) ALC should have the clear operation in line with the needs of farmers in the community. and integrates with other agencies and 2) for the production and market of oil palm, the knowledge should be developed for the quality of oil palm production and the oil palm market which can increase the capability in bargaining by supporting to be the big plot and the foundation of the Community Enterprise for the sustainable development.

Key Words: Development , Agricultural Learning Center, Krabi

*Corresponding aunthor; e-mail address: tanittapannil@gamil.com

[1]สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120

[1]Department of Agricultural ExtensionProgram, SukhothaiThammathirat open University,Nonthaburi 11120

คำนำ

จากนโยบายคณะรักษาความสงบแห่งชาติ (คสช.) และรัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โดยเน้นให้มีศูนย์เรียนรู้ด้านการเกษตรในชุมชน เพื่อตอบโจทย์ชุมชน ให้เป็นจุดถ่ายทอดความรู้ด้านการเกษตรของชุมชน และเป็นที่ให้บริการข้อมูลข่าวสารและบริการด้านการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยกรมส่งเสริมการเกษตร จึงได้จัดตั้งศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) ขึ้น เพื่อให้เป็นแหล่งเรียนรู้ด้านการเกษตรของชุมชนที่เกิดจาก ปัญหาของชุมชนและสามารถตอบสนองความต้องการด้านการเกษตรของชุมชนได้และเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเกษตร โดยเรียนรู้จากเกษตรกรต้นแบบที่ประสบความสำเร็จในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรเพื่อการเพิ่มผลผลิตการลดต้นทุนการผลิตการพัฒนาคุณภาพและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของเกษตรกรโดยยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องตลอดฤดูกาลการผลิต เกษตรกรมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเกษตรกรต้นแบบในรูปแบบของเกษตรกรสอนเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรที่มาเรียนรู้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และเกิดจิตสำนึกในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตได้อย่างเหมาะสม และนำความรู้ที่ได้รับจาก ศพก. ไปประยุกต์ใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิต เพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตของตนเอง ผลิตสินค้าโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม และสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน รวมทั้งยังเป็นจุดที่ให้บริการข้อมูลข่าวสารและบริการด้านการเกษตรต่างๆ กับเกษตรกร อีกทั้งยังใช้เป็นจุดนัดพบในการพบปะพูดคุยของเจ้าหน้าที่กับเกษตรกร และเกษตรกรกับเกษตรกรด้วยกันเอง สนับสนุนจากภาครัฐ ด้านการพัฒนาองค์ความรู้ และอื่นๆอีกมากมาย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559)

ในจังหวัดกระบี่ เป็นพื้นที่หนึ่งในที่มีศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรจำนวน 8 ศูนย์ โดยมีสินค้าเกษตรหลักคือ ปาล์มน้ำมัน (สำนักงานเกษตรจังหวัดกระบี่, 2560) เพื่อใช้เป็นจุดถ่ายทอดความรู้ด้านการเกษตรของชุมชน และเป็นที่ให้บริการข้อมูลข่าวสารและบริการด้านการเกษตร แต่สภาพการดำเนินงาน ศพก.ในจังหวัดกระบี่ แต่ละแห่งมีความพร้อมแตกต่างกันทั้งในด้านสภาพแปลงเรียนรู้ ฐานเรียนรู้ หลักสูตรเรียนรู้ เกษตรกรต้นแบบ รวมถึงการให้บริการแก่เกษตรกรในพื้นที่ที่แตกต่างกัน จึงมีความสนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการดำเนินงานศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร จังหวัดกระบี่ เพื่อศึกษาสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร ทั้ง 8 อำเภอ ในจังหวัดกระบี่ ความพึงพอใจ ความต้องการและความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการดำเนินงานของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรจังหวัดกระบี่ปัญหาข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนา ศพก. จังหวัดกระบี่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มาใช้ในการพัฒนาการดำเนินงานของ ศพก. จังหวัดกระบี่ ให้มีความชัดเจนโดยเป็นไปตามความต้องการของเกษตรกร และนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพทางเศรษฐกิจสังคมความรู้และแหล่งความรู้ของเกษตรกรจังหวัดกระบี่

2.เพื่อศึกษาความคิดเห็นต่อการดำเนินงานของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรจังหวัดกระบี่

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจ และความต้องการของเกษตรกรต่อการดำเนินงานของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรจังหวัดกระบี่

4. เพื่อศึกษาปัญหาข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรจังหวัดกระบี่

วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่องการพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร(ศพก.) จังหวัดกระบี่ เป็นงานวิจัยแบบผสม โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ ร่วมกับระเบียบวิจัยเชิงคุณภาพ

ประชากรในการศึกษา คือ คณะกรรมการศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร จำนวน 8 แห่ง และเกษตรกรผู้ใช้บริการศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรทั้ง 8 แห่ง ซึ่งมีประชากรทั้งสิ้น 240 ราย ทำการเก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมด เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา แบบสัมภาษณ์ (เชิงปริมาณ) และการสนทนากลุ่มย่อย (เชิงคุณภาพ) โดยคัดเลือกจำนวน 3 แห่ง จำนวน 30 ราย

ขั้นตอนในการศึกษา

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลได้แก่ สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมเกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการฯ ทั้ง 8 อำเภอ ในจังหวัดกระบี่ ความพึงพอใจ ความต้องการ และความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการดำเนินงานของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรจังหวัดกระบี่ ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรจังหวัดกระบี่ โดยใช้แบบสัมภาษณ์เกษตรกร จำนวน 240 ราย การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนระดับการได้รับความรู้ ความพอใจ การได้รับประโยชน์ ความพึงพอใจ ความต้องการ และปัญหาของเกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการฯของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) โดยใช้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย

ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง น้อยที่สุด
ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง น้อย
ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ปานกลาง
ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง มาก
ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

ขั้นที่ 2 จัดการสนทนากลุ่มย่อย ซึ่งมีเป็นคณะกรรมการ จำนวน 10 ราย จำนวน 3 อำเภอ คือ เกาะลันตา เขาพนม และอ่าวลึก อำเภอละ 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้นจำนวน 3 ครั้ง จำนวน 30 ราย ในประเด็นจากแบบสรุปจากบทสัมภาษณ์ ในด้านศพก. ด้านพัฒนาคณะกรรมการ/เกษตรกร และด้านการผลิตและตลาดของปาล์มน้ำมัน เพื่อหาแนวทางการพัฒนาศูนย์ฯ ต่อไป

ผู้วิจัยทำการศึกษาประชากรระหว่างเดือนธันวาคม 2560 ถึง มิถุนายน 2561

ผลและอภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร(ศพก.)จังหวัดกระบี่แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมเกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการฯ

พบว่า เกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการฯ ร้อยละ 75.0 เป็นเพศชาย และร้อยละ 25.0 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 54 ปี ร้อยละ 76.3 นับถือศาสนาพุทธ และร้อยละ 23.8 นับถือศาสนาอิสลาม ร้อยละ 30.8 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา รองลงมา ร้อยละ 26.3 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.80 คน/ครัวเรือนมีจำนวนแรงงานในภาคการเกษตรเป็นแรงงานภายในครัวเรือนเฉลี่ย 4.85 คน/ครัวเรือนมีการจ้างแรงงานเฉลี่ย 3.22 คน/ครัวเรือน ร้อยละ 81.3 ประกอบอาชีพหลัก ทำการเกษตร รองลงมา ร้อยละ 7.1 ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป ร้อยละ 43.3 ไม่มีอาชีพรอง รองลงมา ร้อยละ 29.6 อาชีพรอง ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป ร้อยละ 32.9 มีประสบการณ์ในการประกอบอาชีพเกี่ยวกับการทำสวนปาล์มเฉลี่ย 18 ปี มีจำนวนที่ดินเฉลี่ย 15.66 ไร่ ร้อยละ 49.2 มีสภาวะการกู้ยืมกู้ยืมเงินจาก ธกส.รองลงมา ร้อยละ 22.5 มีสภาวะการกู้ยืมเงินจากกองทุนหมู่บ้าน/กลุ่มออมทรัพย์ส่วน ร้อยละ 40.5 เป็นสมาชิกสถาบันเกษตรกร นอกจาก(ศพก.) โดยเป็นกลุ่มลูกค้า ธกส. รองลงมา ร้อยละ 23.9 เป็นกลุ่มเกษตรกร

ภาพรวมแหล่งความรู้ที่ได้รับด้านการผลิตปาล์มน้ำมัน พบว่า เกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการฯได้รับความรู้ในด้านการผลิตปาล์มน้ำมันอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.74) และเมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่า แหล่งเรียนรู้ที่ได้รับด้านการผลิตปาล์มน้ำมัน อยู่ในระดับมากมี 2 ประเด็น คือ แบบกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 3.84) และแบบบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.41) อยู่ในระดับปานกลางมี 1 ประเด็น คือ แบบสื่อมวลชน (ค่าเฉลี่ย 2.79) อยู่ในระดับน้อย มี 1 ประเด็น คือ แบบสื่อสิ่งพิมพ์ (ค่าเฉลี่ย 2.25) และอยู่ในระดับน้อยที่สุด มี 1 ประเด็น คือแบบสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ (ค่าเฉลี่ย 1.41)

ระดับความรู้เกี่ยวกับ ศพก. พบว่า เกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการฯ จำนวนข้อที่ตอบถูกเฉลี่ย 11.64 โดยเกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการฯร้อยละ 57.8 ตอบถูก 10-12 ข้อ มีความรู้ระดับมาก รองลงมา ร้อยละ 24.9 ตอบถูก 13-15 ข้อ มีความรู้ระดับมากที่สุด

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อการดำเนินงานและประโยชน์ที่ได้รับจากศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.39) โดยแยกประเด็น คือ อยู่ในระดับมากที่สุด มี 4 ประเด็น คือ การคมนาคม ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.74) ประธาน ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.41) การใช้ประโยชน์ของ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.30) และฐานเรียนรู้แต่ละฐานใน ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.28) อยู่ในระดับมาก มี 4 ประเด็น คือ สภาพพื้นที่ของศพก. (ค่าเฉลี่ย 3.98) การทำงานของเจ้าหน้าที่รับผิดชอบ(ค่าเฉลี่ย 3.86) คณะกรรมการ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 3.72) และสิ่งอำนวยความสะดวกใน ศพก. (ค่าเฉลี่ย 3.39) อยู่ในระดับปานกลาง มี 5 ประเด็น คือการประชาสัมพันธ์ของ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 3.03) แผนการปฏิบัติงานของ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 2.94) องค์ความรู้ภายใน ศพก. (ค่าเฉลี่ย 2.93) สื่อแผ่นพับภายใน ศพก. (ค่าเฉลี่ย 2.75) และการให้ความสำคัญของคนในชุมชน (ค่าเฉลี่ย 2.63) และอยู่ในระดับน้อย มี 2 ประเด็น คือ การสนับสนุนจากหน่วยงานต่างๆ (ค่าเฉลี่ย 2.01) และการบูรณาการกับ อบต. ในพื้นที่ (ค่าเฉลี่ย 1.94)

ประโยชน์ที่ได้รับจากศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.51) โดยแยกประเด็น คือ อยู่ในระดับมากที่สุด มี 4 ประเด็น คือ สามารถจัดการสวนปาล์มน้ำมันอย่างถูกวิธี (ค่าเฉลี่ย 4.35) สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันให้ได้คุณภาพ (ค่าเฉลี่ย 4.35) สามารถผลิตปาล์มน้ำมันให้ได้คุณภาพ (ค่าเฉลี่ย 4.33) และเข้าใจในการทำเศรษฐกิจพอเพียง/ทฤษฎีใหม่ (ค่าเฉลี่ย 4.26) อยู่ในระดับมาก มี 8 ประเด็น คือ สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมักชีวภาพใช้เอง

ได้ (ค่าเฉลี่ย 4.13) เป็นแหล่งข่าวสารด้านการเกษตรในชุมชน (ค่าเฉลี่ย 3.95) เป็นแหล่งเรียนรู้ในชุมชน (ค่าเฉลี่ย 3.90) เป็นแหล่งอบรมเกษตรกรผู้นำ (ค่าเฉลี่ย 3.76) เป็นแหล่งพบปะของเกษตรกรกับเจ้าหน้าที่ (ค่าเฉลี่ย 3.52) เป็นสถานที่สร้างเกษตรกรรุ่นใหม่ (ค่าเฉลี่ย 3.45) สามารถใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ (ค่าเฉลี่ย 3.43) และสร้างกิจกรรมในชุมชน ให้ทุกคนมีส่วนร่วม (ค่าเฉลี่ย 3.43) อยู่ในระดับปานกลาง มี 7 ประเด็น คือ สร้างชื่อเสียงกับคนในชุมชน (ค่าเฉลี่ย 3.38) มีความรู้ในด้านประมงเช่น เลี้ยงปลา เป็นต้น (ค่าเฉลี่ย 3.24) สามารถจัดการโรคและแมลงในสวนปาล์มน้ำมันได้เอง (ค่าเฉลี่ย 3.10) มีความรู้ในด้านการปลูกฝรั่งเบื้องต้น (ค่าเฉลี่ย 3.00) เป็นสถานที่ของการบูรณาการของทุกหน่วยงาน (ค่าเฉลี่ย 2.82) มีความรู้ในด้านปศุสัตว์ เช่น เลี้ยงไก่ เลี้ยงโค เป็นต้น (ค่าเฉลี่ย 2.72) และสามารถจัดการระบบน้ำในสวนปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน (ค่าเฉลี่ย 2.66) และอยู่ในระดับน้อย มี 1 ประเด็น คือ สามารถทำบัญชีครัวเรือน/ฟาร์มได้ (ค่าเฉลี่ย 2.37)

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจและความต้องการของเกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการฯ พบว่า ภาพรวมความพึงพอใจกับสภาพการดำเนินงานของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) แต่ละด้าน อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.75) โดยแยกประเด็น คือ อยู่ในระดับมากที่สุด มี 1 ประเด็น คือ ด้านกิจกรรมของ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.30) อยู่ในระดับมาก มี 1 ประเด็น คือ ด้านองค์ประกอบของ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 3.82) และอยู่ในระดับปานกลาง มี 1 ประเด็น คือ ด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ/เอกชน/ท้องถิ่น (ค่าเฉลี่ย 3.14) ส่วนกิจกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.16) โดยแยกประเด็น คือ เกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการฯที่ต้องการกิจกรรมให้เกิดขึ้นในศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร(ศพก.)อยู่ในระดับมากที่สุด มี 13 ประเด็น คือ เจ้าหน้าที่นักวิชาการดูแลอย่างต่อเนื่อง ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.38) การส่งเสริมสร้างอาชีพเสริม (ค่าเฉลี่ย 4.36) ส่งเสริมการตลาดให้ดีขึ้น (ค่าเฉลี่ย 4.35) การพัฒนาเกษตรกรอื่นๆในพื้นที่ใกล้เคียง ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.35) การสนับสนุนปัจจัยการผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.35) การเชิญหน่วยงานต่างๆ มาให้บริการที่ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.35) การมีมุมหัวข้อด้านต่างๆ เพื่อแนะนำเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.34) สื่อต่างๆภายใน ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.31) การทำแผนพัฒนาของ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.31) การศึกษาดูงานต่างจังหวัด (ค่าเฉลี่ย 4.33) การจัดงานวันถ่ายทอดและสาธิตของ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.33) จัดทำป้ายบอกทางและเส้นทาง ศพก.(ค่าเฉลี่ย 4.30) และการจัดอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านต่างๆ (ค่าเฉลี่ย 4.29)อยู่ในระดับมากมี 6 ประเด็นคืออุปกรณ์ในอำนวยความสะดวกภายใน ศพก.(ค่าเฉลี่ย 4.14) การพัฒนา ศพก.เครือข่าย (ค่าเฉลี่ย 4.14)การประชาสัมพันธ์ (ค่าเฉลี่ย 4.12) การปรับปรุงพัฒนา สถานที่ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 4.10) การสร้างเครือข่ายและการประสานงานกับเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.53) และการเพิ่มฐานเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.51) วัสดุ และอยู่ในระดับปานกลาง มี 1 ประเด็น คือ การส่งเสริมการทำบัญชีต้นทุน (ค่าเฉลี่ย 3.32)

ตารางที่ 1 สรุปภาพรวมความพึงพอใจกับสภาพการดำเนินงานฯ

ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
1. ด้านกิจกรรมของ ศพก.	4.30	มากที่สุด
2. ด้านองค์ประกอบของ ศพก.	3.82	มาก
3. ด้านการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ/ เอกชน/ท้องถิ่น	3.14	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	3.75	มาก

ตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการดำเนินการในด้านต่างๆของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) และการผลิตและตลาดปาล์มน้ำมัน พบว่า ภาพรวมปัญหาในการดำเนินการของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) ด้านศพก. อยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย 2.15) โดยแยกประเด็น คือ อยู่ในระดับปานกลาง มี 1 ประเด็น คือ ด้านการพัฒนาเกษตรกร/คณะกรรมการฯ (ค่าเฉลี่ย 3.07) อยู่ในระดับน้อย มี 1 ประเด็น คือ ด้านการดำเนินงานของ ศพก. (ค่าเฉลี่ย 1.88) และอยู่ในระดับน้อยที่สุด มี 1 ประเด็น คือ ด้านอื่นๆ (ค่าเฉลี่ย 1.27)

แนวทางการพัฒนา

จากการสนทนากลุ่ม (Focus group) โดยนำประเด็นจากแบบสรุปจากแบบสัมภาษณ์มาประยุกต์ทำให้ได้แนวทางในการพัฒนา ดังนี้

ด้าน ศพก. พบว่า มีแนวทางในการพัฒนาทั้งหมด 2 ด้าน คือ 1) ด้านการดำเนินงานของ ศพก. พบประเด็นปัญหาคือ 1. ขาดการแก้ไขปัญหาเรื่องร้องเรียนขาดการให้บริการด้านการเกษตรต่างๆ ไม่มีแผนและเป้าหมายในการดำเนินงาน และ 2. ขาดการบริหารจัดการในการดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ด้านการเกษตรต่างๆ จึงควรมีแนวทางการพัฒนาแก้ไขปัญหาเรื่องร้องเรียนด้านการเกษตรต่างๆ โดยการกำหนดแผนและเป้าหมายในการดำเนินงานให้ชัดเจน มีการกำหนดแผนการดำเนินงานแบบบูรณาการทั้งหน่วยงานในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และหน่วยงานภาคีต่างๆ โดยมีแผนการแก้ไขปัญหาเรื่องร้องเรียนอย่างต่อเนื่องมีแผนการให้บริการด้านการเกษตรต่างๆ อย่างต่อเนื่องกำหนดแผนและเป้าหมายในการดำเนินงานให้ชัดเจน และขับเคลื่อนการดำเนินงานตามแผน และขับเคลื่อนการดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ แบบบูรณาการอย่างต่อเนื่องส่วน 2) ด้านการพัฒนาคณะกรรมการ/เกษตรกร พบประเด็นปัญหาคือ 1. ขาดทีมงานและครือข่ายในการทำงาน 2. ขาดเทคนิควิธีการถ่ายทอดความรู้ที่ง่ายต่อการเข้าใจ การประสานงาน การเชื่อมโยงเครือข่ายไม่มีการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ และเทคโนโลยี 3. ขาดความรู้จริงในเชิงลึกผลงานไม่เป็นที่ประจักษ์ ไม่โดดเด่นและไม่เป็นที่ยอมรับของชุมชน และเกษตรกรที่เข้าร่วมมีอายุมาก จึงควรมีแนวทางการพัฒนาโดยการสร้างทีมงานและครือข่ายในการทำงาน ทำงานแบบมีส่วนร่วมควรมีเทคนิค วิธีการถ่ายทอดความรู้ควรมีการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ และเทคโนโลยี ควรมีความรู้จริง และเหมาะสมกับพื้นที่ควรมีผลงานเป็นที่ประจักษ์ โดดเด่นและควรเป็นที่ยอมรับของชุมชน และควรสร้างทายาทเกษตรกร โดยการบูรณาการการทำงาน สร้างทีมงานอบรมให้ความรู้เทคนิคการถ่ายทอดความรู้ให้เกษตรกรต้นแบบ การประสานงาน เชื่อมโยงเครือข่ายเพิ่มเติมความรู้และฝึกปฏิบัติการใช้เทคโนโลยีให้กับเกษตรกรต้นแบบและศึกษาดูงานแลกเปลี่ยนเรียนเรียนรู้ ให้ความรู้ในการพัฒนาบุคลิกภาพแก่เกษตรกรต้นแบบ และอบรมพัฒนาศักยภาพ และพัฒนาเยาวชนรุ่นใหม่ เพื่อให้มาเป็นทายาทเกษตรกร

ด้านการผลิตและตลาดปาล์มน้ำมัน พบว่า มีแนวทางในการพัฒนาทั้งหมด 3 ด้าน คือ 1) ด้านองค์ความรู้ของปาล์มน้ำมัน พบประเด็นปัญหาคือ 1. ขาดการถ่ายทอดความรู้ที่ชัดเจนของปาล์มน้ำมันไม่มีหลักสูตรในการสาธิตและฝึกปฏิบัติที่ตอบโจทย์ชุมชนในพื้นที่ 2. ขาดความชัดเจนเรื่องปาล์มน้ำมัน จึงควรมีแนวทางการพัฒนาโดยวิธีการถ่ายทอดความรู้ที่หลากหลายและควรมีหลักสูตรในการสาธิตและฝึกปฏิบัติที่ตอบโจทย์ชุมชนในพื้นที่โดยการสร้างสื่อในการถ่ายทอดความรู้ให้มีความหลากหลายและถอดองค์ความรู้เพื่อจัดทำเป็น

หลักสูตรเรียนรู้ ให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง พัฒนาหลักสูตรให้ตอบโจทย์ชุมชน 2) ด้านการผลิตปาล์มน้ำมัน พบประเด็นปัญหาคือ 1.ต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันสูงมากพันธุ์ปาล์มน้ำมันไม่มีคุณภาพและนวัตกรรมการผลิตไม่ทันสมัย จึงควรมีแนวทางการพัฒนาโดยวิธีการลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมัน ควรหาแหล่งต้นพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพ และควรหานวัตกรรมใหม่ๆมาใช้ในการผลิตปาล์มน้ำมัน โดยการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันต้นพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปลูก แหล่งเพาะปลูกมีการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร และถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ทันสมัยควบคู่กับการใช้องค์ความรู้ 3) ด้านการตลาดปาล์มน้ำมัน พบประเด็นปัญหาคือ 1. ราคาผลผลิตปาล์มน้ำมันตกต่ำ และ 2. แหล่งรับซื้อผลผลิตปาล์มน้ำมันมีน้อย จึงควรมีแนวทางการพัฒนาโดยมีการรวมกลุ่มเป็นแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน และควรหาช่องทางในการจัดตั้งกลุ่มในการรวบรวมผลผลิตปาล์มน้ำมัน โดยการส่งเสริมการเป็นแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการต่อรองราคา และส่งเสริมการจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่เพื่อรองรับผลผลิตปาล์มน้ำมัน

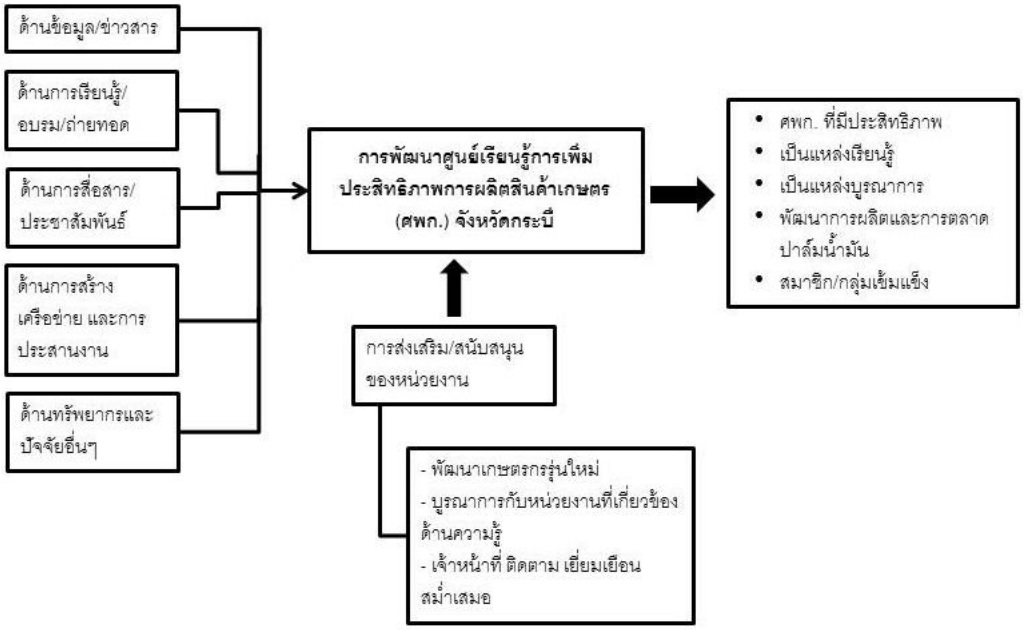
อภิปรายผลการศึกษา

ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) จังหวัดกระบี่ เกษตรกรผู้ใช้บริการและคณะกรรมการฯ ร้อยละ 30.8 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา สอดคล้องกับ สมพร แสนมณี (2555) ศึกษาการดำเนินงานของศูนย์บริการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลของจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่า เกษตรกรผู้ใช้บริการศูนย์บริการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 รองลงมาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเกษตรกรส่วนมากมีระดับการศึกษาที่น้อย ในการส่งเสริมให้ ศพก. มีพัฒนาจะต้องคำนึงถึงกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของเกษตรกรอย่างเหมาะสม โดยเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการดำเนินงานของ ศพก. ได้อย่างแท้จริง ร้อยละ 81.3 มีอาชีพหลักทำการเกษตร สอดคล้องกับ อังคณา สุวานิช (2555) ศึกษาการพัฒนาศูนย์ข้าวชุมชน อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาทพบว่าเกษตรกรทำการเกษตรเป็นอาชีพหลักการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการพัฒนา ศพก.จะต้องมีการจัดการองค์ความรู้ ของเกษตรกรที่ประสบผลสำเร็จในการประกอบอาชีพการเกษตร โดยมีการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้กับเกษตรกรที่เข้ามาเรียนรู้ที่ศพก. โดยยึดเกษตรกรเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ให้เกิดการประยุกต์องค์ความรู้ในการประกอบอาชีพ โดยเน้นการทำสวนปาล์มน้ำมัน เกษตรผสมผสาน เพื่อกระตุ้นให้เกิดเครือข่ายการเรียนรู้ของ ศพก. ขึ้นความคิดเห็นต่อการดำเนินงาน ศพก. เกษตรกรผู้ใช้บริการ และคณะกรรมการศพก. จังหวัดกระบี่ มีความพอใจระดับมาก โดยอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ประธาน ศพก. การคมนาคมของ ศพก. การใช้ประโยชน์ของ ศพก. และฐานเรียนรู้แต่ละฐานใน ศพก. ซึ่งสอดคล้องกับ พรนิภา จิกแหล่ม (2555) ศึกษาความต้องการและความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อศูนย์ข้าวชุมชน พบว่า ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อศูนย์ข้าวชุมชน มีผลมาจากเจ้าของศูนย์ องค์ประกอบในศูนย์ในระดับมาก ดังนั้น ประธาน ศพก. การคมนาคมของ ศพก. การใช้ประโยชน์ของ ศพก. และฐานเรียนรู้แต่ละฐานใน ศพก. มีผลต่อการดำเนินงานของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) จังหวัดกระบี่ เป็นอย่างมากความพึงพอใจ และความต้องการของเกษตรกรต่อการดำเนินงานของ ศพก. อยู่ในระดับมาก กิจกรรมที่ต้องการให้เกิดเพิ่ม ศพก. มีความต้องการมาก และปัญหาการดำเนินงานมีอยู่ในระดับน้อย ซึ่งมีแนวทางในการพัฒนาในลำดับต่อไป

สรุปผลการศึกษา

ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) ของจังหวัดกระบี่ มีการพัฒนาทั้ง 8 ศูนย์ ทั้งในด้าน ศพก. ด้านการผลิตและตลาดปาล์มน้ำมัน และด้านอื่นๆ แต่ในพื้นที่ที่แตกต่างกันทำให้ภาพรวมยังมีปัญหา ซึ่งทำให้เกิดแนวทางการพัฒนาศูนย์ฯ ดังนี้ ด้านศพก. ในด้านการดำเนินงานของ ศพก.ควรมีการแก้ไขปัญหาเรื่องร้องเรียน การให้บริการด้านการเกษตรต่างๆ การกำหนดแผนและเป้าหมายในการดำเนินงานให้ชัดเจน และมีการกำหนดแผนการดำเนินงานแบบบูรณาการทั้งหน่วยงานในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และหน่วยงานภาคีต่างๆ เพื่อการดำเนินงานของ ศพก. ที่สมบูรณ์แบบ ด้านการพัฒนาคณะกรรมการ/เกษตรกร ควรมีทีมงานและครือข่ายในการทำงาน ทำงานแบบมีส่วนร่วม ควรมีเทคนิค วิธีการถ่ายทอดความรู้ ควรมีการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ และเทคโนโลยี ควรมีความรู้จริง และเหมาะสมกับพื้นที่ ควรมีผลงานเป็นที่ประจักษ์ โดดเด่นและควรเป็นที่ยอมรับของชุมชน และควรสร้างทายาทเกษตรกร เพื่อสร้างองค์กรที่เข้มแข็งและยั่งยืน ด้านการผลิตและตลาดปาล์มน้ำมัน ในด้านองค์ความรู้ของปาล์มน้ำมัน ควรมีวิธีการถ่ายทอดความรู้ที่หลากหลาย และควรมีหลักสูตรในการสาธิตและฝึกปฏิบัติที่ตอบโจทย์ชุมชนในพื้นที่ โดยการสร้างสื่อในการถ่ายทอดความรู้ให้มีความหลากหลาย และถอดองค์ความรู้เพื่อนำมาจัดทำเป็นหลักสูตร ให้ตอบโจทย์ชุมชนได้อย่างดี ด้านการผลิตปาล์มน้ำมันควรหาวิธีการลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันควรหาแหล่งต้นพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพ และควรหานวัตกรรมใหม่ๆมาใช้ในการผลิตปาล์มน้ำมัน เพื่อให้ได้ปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพส่วนด้านการตลาดปาล์มน้ำมัน ควรมีการรวมกลุ่มเป็นแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน และควรหาช่องทางในการจัดตั้งกลุ่มในการรวบรวมผลผลิตปาล์มน้ำมัน โดยการส่งเสริมการเป็นแปลงใหญ่ปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการต่อรองราคา และส่งเสริมการจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่เพื่อรองรับผลผลิตปาล์มน้ำมันได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาของศพก. ทางด้าน ศพก. ควรมีเปิดรับข้อมูลข่าวสารด้านการผลิตปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพ จากสื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศพก. ควรเพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์ให้มีความหลากหลายมากขึ้นเพื่อสร้างโอกาสในการพัฒนา ศพก. ควรสร้างเครือข่ายและการประสานงานระหว่าง ศพก. ภายในและภายนอก เพื่อการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และทาง ศพก. ควรกำหนดแนวทางการส่งเสริมและสนับสนุนงบประมาณ ด้านปัจจัยการผลิต ด้านเครื่องจักรกล และด้านการศึกษาดูงาน จากหน่วยงานต่างๆ ด้านสมาชิกของ ศพก. ควรตระหนักและให้ความสำคัญกับการเข้าร่วมประชุม อบรมถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการผลิตปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพ เพื่อพัฒนาเทคนิคและวิธีการผลิตปาล์มน้ำมันให้ได้คุณภาพ มาตรฐาน ตามหลักวิชาการด้านเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรให้คำแนะนำ ติดตาม และเยี่ยมเยียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกษตรกรได้ปฏิบัติตามขั้นตอนการผลิตปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพอย่างเคร่งครัด ด้านกรมส่งเริมการเกษตร ควรร่วมมือกับ ศพก.ในการพัฒนาเยาวชนรุ่นใหม่ ขึ้นมาทดแทนเกษตรกรที่มีอายุสูงขึ้นและกรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน ควรเข้าไปถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้ ให้กับศพก. เพื่อให้สมาชิกสามารถผลิตปาล์มน้ำมันมีคุณภาพและมาตรฐานตรงกับความต้องการของตลาดอย่างแท้จริง



การพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร(ศพก.) จังหวัดกระบี่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาอาจารย์สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อาจารย์ที่ปรึกษา กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนกับการจัดทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. คู่มือการดำเนินงานศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พรนิภา จิกแหล่ม. 2555. ความต้องการและความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อศูนย์ข้าวชุมชนในจังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สมพร แสนมณี. 2555. การดำเนินงานของศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลของจังหวัดอุตรดิตถ์. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สุวรรณ เหรียญเสาวภาคย์, จิรประภา อัครบวร และจุฑามาศ แก้วพิจิตร. 2548. โครงการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ชุดเครื่องมือการเรียนรู้. กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเกษตรจังหวัดกระบี่. 2560. รายงานประจำปีงบประมาณ 2560. กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ, กระบี่.

อังคณา สุวานิช. 2555. การพัฒนาศูนย์ข้าวชุมชน อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท.วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ผลของอุณหภูมิและเวลาการอบ และการย่างของกล้วยน้ำว้าห่ามต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพ

Effect of Baking and Roasting Temperatures and Times of Unripe Banana on their Chemical and Physical Properties

นิกรสุวรรณโชติ[1] อาภัสรา แสงนาค[2] และ น้องนุช ศิริวงศ์[1*]

Nikorn Suwannachot[1], Arpathsra Sangnark[2] and Nongnuch Siriwong[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนด้วยการย่างและอบกล้วยน้ำว้าต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพ โดยใช้กล้วยน้ำว้าห่าม ที่มีอายุ 110 วัน (นับตั้งแต่วันที่เริ่มแทงปลี) เป็นวัตถุดิบ ซึ่งแปรอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบที่ 90,135 และ180 องศาเซลเซียส (°C) ระยะเวลาที่ 30, 45 และ60 นาที ตามลำดับ ส่วนการย่างจะกำหนดอุณหภูมิที่ 180 °C แปรระยะเวลาการย่างเป็น 30, 45 และ60 นาที พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิอบกล้วยน้ำว้าห่าม และการเพิ่มระยะเวลาการย่าง ส่งผลให้กล้วยน้ำว้าที่ได้มีปริมาณเถ้าและโปรตีนเพิ่มขึ้น แต่ไขมันลดลง ($P<0.05$) ส่วนของเนื้อกล้วยจะมีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง และมีค่าความแข็งลดลงอย่างชัดเจนจาก 37.52N เป็น 25.37N ($P<0.05$) นอกจากนี้การให้ความร้อนทั้งสองวิธีส่งผลให้ปริมาณแป้งที่ทนต่อการย่อยลดลงจากร้อยละ56.60 เป็นร้อยละ11.25และค่าความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระ(สารประกอบ phenolic)ในกล้วยที่ผ่านการย่าง และอบมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ABSTRACT

The objective of this research aimed to study the effectof temperature and time on their chemical and physical properties of whole banana, KluaiNamwaLuang, using the roasting and baking method. The 110-day-old banana (starting from the date of tapping) was used. The temperature and time of baking method were tested at 90, 135 and 180 ˚C and 30, 45 and 60 minutes, respectively. The roasting will set the temperature to 180 °C with a time vary to 30, 45 and 60 minutes.The results showed that the increasing of baking temperature and roasting time caused the increasing of ash and protein contents but fat content was reduced ($P < 0.05$). In addition, the brightness (L *) and yellowness (b *) of bananas flesh decreased while the value of hardness was clearly decreased from 37.52 N to 25.37 N ($P < 0.05$). Moreover, the heating of both methods affected on the decreased resistantstarch content from 56.60% to 11.25%.Whereas, the antioxidant's performance (phenolic compound) of bananas using baking and roasting method was significantly increased ($P < 0.05$)

Keywords: Baking, Roasting, Unripe Banana, Chemical, Physical

* Corresponding author; e-mail address: **nongnuch.si@ku.th**

[1]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

[2] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

[2] Food Science and Technology, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

คำนำ

กล้วย เป็นผลไม้ที่มีหลากหลายพันธุ์ และมีคุณค่า ทางอาหาร ซึ่งกล้วยที่นิยมบริโภคมากอีกชนิดหนึ่งคือ กล้วยน้ำว้า เพราะมีผลผลิตตลอดทั้งปีเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญ เช่น คาร์โบไฮเดรต วิตามินและแร่ธาตุ การนำมารับประทานนั้นสามารถใช้กล้วยได้ในเกือบทุกระยะ เช่น ดิบ ห่าม สุก และสุกงอม หรือนำมาประกอบอาหาร เช่น ทอด ย่าง ต้ม นึ่ง เชื่อม กวน และตากแดดการให้ความร้อนด้วยวิธีการที่แตกต่างกันเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพซึ่งธนัชชา และคณะ (2561) ศึกษาการให้ความร้อนด้วยวิธีการต้มและการนึ่งกล้วยน้ำว้าพันธุ์ไส้เหลืองห่ามต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพ พบว่าผลกล้วยที่ผ่านการให้ความร้อนทั้งสองวิธีส่งผลให้ค่าความแข็ง และค่าความสว่างลดลง ปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมัน และปริมาณแป้งที่ทนต่อการย่อยลดลง แต่ค่าความเป็นสีแดง ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (FRAP) เพิ่มขึ้นนอกจากนี้Adegunwa et al, (2012) ได้ศึกษาผลของกระบวนการให้ความร้อนแก่กล้วยกล้าย (Plantain) ที่ระยะความสุกและวิธีการให้ความร้อนที่แตกต่างกันซึ่งส่งผลต่อแป้งกล้วยกล้ายที่ได้ ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติเชิงหน้าที่ สมบัติด้านความหนืดและคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน และSulaiman et al, (2011) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของเนื้อกล้วยและเปลือกกล้วยแปดสายพันธุ์ พบว่าในเนื้อและเปลือกล้วยแต่ละชนิดมีสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) ได้แก่คาเทชิน (Catechin) อี-พิคาเทชิน (Epicatechin) ลิกนิน (Lignin) และแทนนิน (Tannins) อย่างไรก็ตามการรับประทานกล้วย ในระยะที่กล้วยดิบหรือห่าม ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระ และแป้งที่ทนต่อการย่อยอยู่ในปริมาณสูง แต่เมื่อจะนำมารับประทาน หรือนำไปประกอบอาหารชนิดอื่นต่อ จำเป็นจะต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนก่อน ซึ่งอาจจะมีผลต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกล้วยน้ำว้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนด้วยการอบและการย่างต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของกล้วยน้ำว้าห่าม

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองนี้คือกล้วยน้ำว้าไส้เหลือง (*Musa X paradisiaca*) จากสวนกล้วยน้ำว้า ในพื้นที่ตำบลคลองหก อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานีโดยใช้กล้วยห่ามที่มีระยะอายุการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยที่ 110 วัน นับตั้งแต่วันที่เริ่มแทงปลี ที่มีลักษณะผลสีเขียวนวลอ่อน อวบ ไม่มีเหลี่ยม ล้างทำความสะอาด หั่นแยกกล้วยออกจากหวีเป็นผล ที่ผ่านการชั่งน้ำหนักซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 90 กรัมต่อผล วัดขนาดความยาวและเส้นรอบวงของกล้วยน้ำว้า

2. ศึกษาผลของการให้ความร้อนด้วยวิธีการย่างและการอบ

ศึกษาผลของอุณหภูมิระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยวิธีการอบและการย่างดังนี้

(1)การย่าง นำตัวอย่างกล้วยน้ำว้าห่าม มาย่างทั้งผลพร้อมเปลือก ด้วยเตาย่างไฟฟ้าซึ่งใช้อุณหภูมิความร้อนที่แผ่ลงมาสัมผัสกับผิวของผลกล้วย ที่อุณหภูมิ 180°C และ แปรระยะเวลาการย่างเป็น3 ระยะเวลา 30, 45 และ 60 นาทีผลของระยะเวลาในการย่างวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

(2) การอบนำตัวอย่างกล้วยน้ำว้าห่าม มาอบด้วยเตาอบไฟฟ้า ใช้อุณหภูมิในการอบเป็น 3ระดับ คือ 90,135 และ 180°Cตามลำดับและแปรระยะเวลาการอบเป็น 3ระยะเวลา 30, 45 และ 60นาที ผลของอุณหภูมิและเวลาการอบวางแผนการทดลองแบบ 3×3 factorial experiments in CRDซึ่งทั้งสองวิธีการให้ความร้อน

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

จากนั้นนำตัวอย่างกล้วยที่ให้ความร้อนทั้ง 2 วิธีไปทำให้เย็นทันทีโดย นำไปแช่ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิที่ 0˚C เป็นเวลา 30นาทีมาทำการปอกเปลือกจากนั้นนำไปบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยด์เก็บตัวอย่างแช่แข็งที่ อุณหภูมิ -20˚Cเพื่อนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งเก็บตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพและตัวอย่างที่ไม่ผ่านความร้อนเป็นชุดควบคุม

3. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการให้ความร้อน

3.1. วิเคราะห์สมบัติทางเคมี

3.1.1. ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และไขมันตามวิธี AOAC (2000)

3.1.2. ปริมาณแป้งที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Resistant starch, RS) โดยใช้ชุดวิเคราะห์ Resistant starch assay procedure K-RSTAR 10/15 (Megazyme international, Ireland) ตามวิธี AOAC (2000) วิธีที่ 2202.02 และ AACC (2002) วิธีที่ 32-40.01 ปริมาณแป้งที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ เป็นกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างแห้ง

3.1.3. ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) ดัดแปลงวิธีการเตรียมตัวอย่างจากสุภาษิตและคณะ (2556) และประทุมแก้ว (2558) โดยนำตัวอย่างกล้วย 2 กรัม มาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล80% (v/v) 50 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่อง Ultrasonic bath นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นแยกสารสกัดส่วนใสเก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4˚C เพื่อวิเคราะห์ดังนี้

(1) วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2,2-Diphenyl-1- picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH) ดัดแปลงตามวิธีการของ Fatemeh*et al.* (2012) รายงานผลเป็น mg Ascorbic acid equivalent/g sample

(2) วิเคราะห์ความสามารถในการต้าน ออกซิเดชั่นโดยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) ซึ่งดัดแปลงตามวิธีการของ Benzie and Strain (1996) รายงานผลเป็น mmol $FeSO_4$ equivalent/g sample และ (3) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu procedure power ซึ่งดัดแปลงตาม วิธีการของ Velioglu*et al*. (1998) รายงานผลเป็น mg Gallic acid equivalent/g sample

3.2. สมบัติทางกายภาพ

(1) ค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA.XT Plus texture analyser, Stable Micro Systems LTD., UK) ใช้หัววัดสแตนเลสรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (P/6) ตั้งค่าความเร็วของหัววัดก่อนการทดลอง (Pre-test speed) ขณะทดลอง (Test speed) และหลังทดลอง (Post-test speed) เท่ากับ 5, 2 และ 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ตามลำดับ ส่วนระยะที่หัววัด กดลงบนตัวอย่าง (Strain) เป็น 50 % ของความสูงของตัวอย่าง

(2) ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี Hunter lab digital colorimeter รุ่น Color Flex 4510 (Hunter Association Laboratory, USA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการให้ความร้อนด้วยวิธีการย่างต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของกล้วยน้ำว้าห่าม

ผลจากการย่างกล้วยน้ำว้าห่ามที่เวลา 30,45 และ 60 นาที (Table 1) พบว่าความชื้นของกล้วยที่ผ่านเวลาการย่าง 30 และ 45 นาที ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (P>0.05) ในขณะที่เวลาย่าง 60 นาที จะมีค่าความชื้นที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) เนื่องจากการให้ความร้อนที่นานจะทำให้ความดันไอภายในกล้วยจะสูงกว่าภายนอก ความชื้นจึงเคลื่อนที่จากด้านในของกล้วยออกมาภายนอกจึงสูญเสียน้ำไปได้มาก (วิไล, 2547) ปริมาณเถ้าของกล้วยน้ำว้าห่ามย่างที่เวลานานขึ้นมีค่าเพิ่มขึ้น(P≤0.05) ในขณะที่ปริมาณไขมันมีค่าลดลง (P≤0.05) โดยที่ปริมาณไขมันมีค่าต่ำสุดที่เวลาในการย่าง 30 และ45 นาที อาจเนื่องจากกระบวนการความร้อนทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของอะไมโลส และลิปิด(Amylose lipid complexes; ALCs) และการที่เม็ดแป้งถูกทำลายอาจส่งผลให้ไขมันในแป้งเกิดการสลายตัว (นิธิยา,2553) ปริมาณโปรตีนของกล้วยที่ย่างที่ 30 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมเนื่องจากเกิดการละลายของแทนนินในเปลือกกล้วยรวมตัวกับโปรตีน ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีนที่มีโครงสร้างความคงตัวและแข็งแรงมากขึ้นทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพเนื่องจากความร้อนลดลง (ปราโมทย์, 2545) ปริมาณ RS มีค่าลดลงตามเวลาย่างที่เพิ่มขึ้น โดยเมื่อย่างที่เวลา 30,45 และ60 นาที จะมีปริมาณ RS ลดลงคิดเป็น 49, 36, และ30% ตามลำดับ เนื่องจากความร้อนจากการย่างมีผลต่อกล้วยน้ำว้าห่าม ทำให้แป้งที่ทนต่อการย่อย ที่มีโครงสร้างแข็งแรงนั้นลดลง จึงสามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์ได้ ทำให้กล้วยที่ผ่านการย่างมีปริมาณ RS ลดลง (อริญา, 2555)นอกจากนี้การย่างที่เวลานานขึ้นยังส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(TPC) ของกล้วยที่ผ่านการย่างมีค่าเพิ่มขึ้น (P≤0.05) เป็นผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) และความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (FRAP) สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการย่างกล้วยทั้งเปลือกในเปลือกกล้วยมีสารสำคัญหลายชนิด เช่น คาเทชินอีพิคาเทชินลิกนินและแทนนิน (Sulaiman *et al*. , 2011) จึงทำให้ในเนื้อกล้วยมีค่า TPC สูงขึ้นเมื่อเทียบกับกล้วยที่ชุดควบคุมและความร้อนยังส่งผลทำให้ค่าความแข็งของกล้วยลดลง (P≤0.05) แตกต่างจากชุดควบคุมตั้งแต่ระยะเวลาย่างที่ 45 และ60 นาที เนื่องจากโครงสร้างของกล้วยจะประกอบด้วยโปรโตเพกทินซึ่งเมื่อให้ความร้อนนานขึ้นจะทำให้สลายเป็นเพคติน (กมลทิพย์, 2553) ค่าความสว่าง (L*) ของกล้วยที่ย่างที่เวลาเพิ่มขึ้น มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a*) มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ในขณะที่ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีค่าลดลงอย่างมากที่เวลา 60 นาทีเนื่องจากเนื้อกล้วย มีสารประกอบฟีนอลและเอนไซม์ Polyphenol oxidases โดยการสัมผัสกับอากาศจะส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในเนื้อกล้วย ด้วยเนื้อกล้วยสัมผัสกับอากาศ จึงเกิดปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ และในเนื้อกล้วยน้ำว้ายังมีโปรตีน และน้ำตาล ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับ เอนไซม์ ที่เรียกว่า Maillard reaction (สุดาทิพย์, 2545)

2. การให้ความร้อนด้วยวิธีการอบต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกล้วยน้ำว้าห่าม

ผลจากการศึกษาการให้ความร้อนด้วยวิธีการอบกล้วยน้ำว้าห่ามโดยจัดสิ่งทดลองแบบ 3×3factorial in CRD โดยปัจจัยที่ 1 คืออุณหภูมิการอบและปัจจัยที่ 2 คือระยะเวลาในการอบแสดงดัง Table 2 และ Table 3 พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบต่อคุภาพทางเคมีและกายภาพของกล้วยน้ำว้า โดยปริมาณความชื้นของกล้วยที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ90 และ135 ºC ระยะเวลาการอบ 30,45 และ60 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างจากชุดควบคุม (P≤0.05) เนื่องจากในระหว่างการอบความชื้นจากเปลือกซึมเข้าสู่เนื้อกล้วยในขณะที่อุณหภูมิที่ 180˚C ระยะเวลา30,45 และ60 นาที มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) เนื่องจากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ

สูงขึ้นจะทำให้กล้วยสูญเสียน้ำไปมาก ปริมาณเถ้าที่อุณหภูมิการอบ 90, 135 และ180 ˚C ระยะเวลาการอบ 30, 45 และ 60 นาทีมีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างจากชุดควบคุม (P≤0.05) เช่นเดียวกับการย่าง ปริมาณไขมันที่อุณหภูมิการอบ 90,135และ 180 ˚C ระยะเวลา30,45 และ60 นาที มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนที่อุณหภูมิการอบ 90 และ135 ºC ระยะเวลาที่ 30,45 และ60 นาที มีค่าไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (P>0.05) ในขณะที่อุณหภูมิที่ 180 ºC ระยะเวลา30 และ45 นาที ค่าเพิ่มขึ้น แต่นาทีที่ 60มีค่าลดลง (P≤0.05) และปริมาณ RS ที่อุณหภูมิการอบ 90 ºC ระยะเวลาการอบ30 นาที มีค่าลดลงจากชุดควบคุมเล็กน้อย แต่เมื่ออบนานขึ้นจะลดลงไปอย่างมาก ในขณะที่การอบที่อุณหภูมิ 135 และ 180˚C ทุกระยะเวลาในการอบ มีค่าRS ลดลงจากชุดควบคุม (P≤0.05) เนื่องจากความร้อนที่สูงสามารถทำลายโครงสร้างของ RSทำให้สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์ได้มากขึ้น ปริมาณ RS จึงลดลง นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและเวลายังส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ของกล้วยที่ผ่านการอบมีค่าเพิ่มขึ้น (P≤0.05) โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 135 และ 180˚Cเป็นผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) และความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (FRAP) สูงขึ้น เนื่องด้วยการอบกล้วยทั้งเปลือก เพราะในเปลือกกล้วยมีสารประกอบฟีนอลิกเมื่อให้ความร้อนที่สูงจะทำให้ปลดปล่อย cell wall phenolicsหรือ bound phenolicsออกมาและอาจรวมตัวกับเนื้อกล้วย(Sulaiman et al.,2011. Toor and Savage ,2006)จึงทำให้ในเนื้อกล้วยมีค่า TPC สูงขึ้นเมื่อเทียบกับกล้วยที่ชุดควบคุม อย่างไรก็ตามการให้ความร้อนยังส่งผลต่อค่าความแข็ง มีค่าลดลงจากชุดควบคุม (P≤0.05) โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 135 และ180 ˚Cทุกระยะเวลาในการอบจะมีค่าลดลงอย่างมาก ส่งผลให้กล้วยน้ำว้าที่ได้ มีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ที่ลดลงเช่นเดียวกับการย่างแต่ค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) เนื่องจากในเนื้อกล้วยมีความเป็นกรด เมื่อนำกล้วยน้ำว้าไปให้ความร้อน สารประกอบกลุ่มคอนเดนส์แทนนิน (Condensed tannins) หรือโปรแอนโทรไซยานิน (Proanthrocyanin) จะทำให้เกิดสารประกอบแทนนินเรด (Tannin red) ทำให้เกิดสีแดงในกล้วยน้ำว้า (นิธิยา,2553)

Table 1 Chemical and physical properties of the roasted unripe banana using different time

Properties	Time (minutes)			
	Control(0)	30	45	60
Moisture (% wb)	66.87^{a}±0.62	67.98^{a}±0.71	66.86^{a}±0.46	64.43^{b}±0.73
Ash (% db)	2.87^{d}±0.06	3.50^{c}±0.06	3.67^{b}±0.10	3.88^{a}±0.07
Fat (% db)	0.49^{a}±0.02	0.12^{c}±0.01	0.12^{c}±0.01	0.18^{b}±0.00
Protein (% db)	2.45^{b}±0.11	2.76^{a}±0.14	2.60^{ab} ±0.19	2.58^{ab}±0.05
RS (g/100 g db)	56.60^{a}±0.92	27.96^{b}±0.80	20.49^{c}±1.57	17.21^{d}±0.64
TPC (mgGAE/g db)	2.12 ^{c}±0.40	3.04 ^{b}±0.41	3.51^{ab}±0.16	3.91 ^{a}±0.07
DPPH (mgAAE/g db)	3.61 ^{c}±0.19	3.94 ^{b}±0.17	4.25 ^{a}±0.17	4.45 ^{a}±0.08
FRAP (mmol $FeSO_4$/g db)	5.80^{c}±0.73	7.99^{c}±1.35	11.11^{b}±1.92	15.58^{a}±0.28
Hardness (N)	37.52^{a}±0.93	33.49^{ab}±4.59	30.93^{b}±1.66	28.84^{b}±1.59
Color L* value	85.92^{a}±0.26	79.30^{b}±2.79	75.16^{bc}±0.60	74.56^{c}±2.02
a* value	1.49 ^{ns}±0.18	1.36 ^{ns}±0.66	1.31 ^{ns}±0.65	1.83 ^{ns}±0.90
b* value	17.95^{a}±0.54	17.02^{ab}±1.38	16.95^{ab}±1.58	15.19^{b}±0.92

$^{a\,b...}$ mean within a row with different letters are different (P<0.05)

^{ns} mean non significant

Table 2 Chemical properties of the baked unripe banana using different time and temperature

Temperature (°c)	Time (minutes)	Moisture (% wb)	Ash (% db)	Fat (% db)	Protein (% db)	RS (g/100gdb)	TPC (mgGAE/gdb)	DPPH (mgAAE/gdb)	FRAP (mmol$Feso_4$/g db)
control	0	66.87^{cd}±0.53	2.87^{e}±0.05	0.49^{a}±0.02	2.45^{b}±0.09	56.60^{a}±0.79	2.12^{cd}±0.62	3.61^{c}±0.34	5.80^{d}±0.16
90	30	66.27^{de}±0.22	2.97^{de}±0.03	0.19^{cd}±0.01	2.48^{b}±0.10	51.34^{b}±0.35	1.55^{d}±0.17	1.73^{d}±0.05	3.46^{d}±0.03
	45	67.50^{bc}±0.15	3.28^{cd}±0.12	0.05^{f}±0.00	2.45^{b}±0.06	17.50^{c}±1.03	1.73^{d}±4.30	1.87^{d}±0.20	6.32^{d}±0.19
	60	68.39^{a}±0.66	3.63^{bc}±0.37	0.04^{f}±0.00	2.46^{b}±0.07	11.25^{f}±0.05	2.35^{cd}±4.41	2.49^{d}±0.39	15.94^{c}±0.56
135	30	67.99^{ab}±0.78	3.57^{bc}±0.23	0.14^{e}±0.00	2.47^{b}±0.03	12.04^{ef}±0.39	3.23^{c}±0.81	3.84^{bc}±0.09	18.75^{abc}±0.17
	45	67.85^{ab}±0.45	3.50^{bc}±0.51	0.04^{f}±0.00	2.55^{ab}±0.00	12.49^{de}±0.34	5.89^{ab}±1.59	4.67^{ab}±0.67	20.85^{ab}±0.29
	60	67.32^{bc}±0.29	4.12^{a}±0.06	0.04^{f}±0.00	2.50^{b}±0.02	12.37^{def}±0.76	6.60^{a}±1.44	4.73^{ab}±0.85	22.88^{a}±0.25
180	30	65.89^{e}±0.13	3.66^{b}±0.07	0.23^{b}±0.00	2.64^{a}±0.00	12.82^{de}±0.99	4.98^{b}±1.55	4.36^{abc}±0.87	20.03^{abc}±0.16
	45	63.56^{f}±0.02	3.60^{bc}±0.01	0.18^{d}±0.02	2.62^{a}±0.01	13.37^{d}±0.33	5.87^{ab}±0.24	4.79^{a}±0.12	20.37^{abc}±0.06
	60	62.71^{g}±0.21	3.57^{bc}±0.08	0.21^{bc}±0.02	2.50^{b}±0.02	12.94^{de}±0.41	5.54^{ab}±6.13	4.79^{a}±1.91	17.84^{bc}±1.64

$^{a\,b\,...}$ mean within a row with different letters are different ($P<0.05$)

Table 3 physical properties of the baked unripe banana using different time and temperature

Temperature(°c)	Time(minutes)	Hardness(N)	Color		
			L* value	a* value	b* value
control	0	37.52^{a}±0.80	85.92^{a}±0.23	1.49^{cd}±0.18	17.95^{a}±0.47
	30	33.24^{b}±1.85	78.83^{b}±1.62	1.58^{cd}±0.41	17.42^{ab}±1.67
90	45	29.91^{c}±1.76	81.18^{b}±0.23	0.56^{d}±0.10	13.27^{ef}±0.06
	60	32.56^{b}±0.61	79.22^{b}±0.96	0.68^{d}±0.07	12.24^{f}±0.51
	30	30.32^{c}±1.91	70.92^{e}±1.01	0.59^{d}±0.14	14.14^{de}±0.96
135	45	26.73^{de}±1.06	71.66^{de}±1.68	2.27^{c}±0.69	15.54^{cd}±0.62
	60	25.56^{e}±0.33	71.49^{de}±1.12	3.21^{b}±1.25	16.01^{bc}±0.92
	30	26.91^{de}±0.31	74.68^{c}±3.68	1.50^{cd}±0.64	16.12^{bc}±1.87
180	45	28.01^{d}±0.56	73.68^{cd}±0.92	2.18^{c}±0.37	16.44^{abc}±0.77
	60	25.36^{e}±0.41	70.25^{e}±1.43	4.29^{a}±1.16	17.85^{a}±0.30

$^{a\,b\cdots}$ mean within a row with different letters are different (P<0.05)

สรุปผลการทดลอง

การให้ความร้อนด้วยการย่างและอบกล้วยน้ำว้าห่ามที่อุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกันส่งผลต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของกล้วยที่ได้ โดยผลกล้วยที่ผ่านการให้ความร้อนทั้งสองวิธีมีค่าความแข็งลดลง และค่าสีมีค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีเหลืองลดลง แต่ค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันส่งผลให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน และปริมาณแป้งที่ทนต่อการย่อยลดลงแต่ปริมาณเถ้า และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

กมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ์. 2553. **รายงานการวิจัยเรื่อง สมบัตตทางเคมี-กายภาพ และหน้าที่ของแป้งถั่วหรั่ง และการประยุกต์ใช้**. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. **เคมีอาหาร**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ

วสันต์ ศิริวงศ์. 2543. **สมบัติเคมีกายภาพของสตาร์ซ์ที่สกัดได้จากกล้วยไทยบางชนิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิไล รังสาดทอง. 2547. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพ.

ปราโมทย์ แพงคา. 2545. ความคุ้มค่าของสารประกอบคอนเดนซ์แทนนินในพืชโปรตีนอาหารสัตว์สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง. **ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**10: 20-25.

ธนัชชา กุญแจทอง,อาภัสรา แสงนาคและน้องนุช ศิริวงศ์. 2561. ผลของเวลาการต้มและการนึ่งกล้วยน้ำว้าห่ามต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและสมบัติเชิงหน้าที่, น. 797-804. ใน **รายงงานการประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่** 56 **(สาขาส่งเสริมการเกษตร และคหกรรมศาสตร์)** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น. 2545. **การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุภาษิตชูกลิ่น, ฌานิกาแซ่แง่ ชูกลิ่น, กุลนิษฐมานะจิตร และสุชิตากลับดี. 2556. การใช้อัลตราซาวด์เสริมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง, น. 96-103. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่** 51 **(สาขาส่งเสริมการเกษตร และคหกรรมศาสตร์, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร)**.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อริญาลาภโคกสูง. 2555. **ผลของปริมาณอะมิโลสและโครงสร้างอะมิโลเพกตินในสตาร์ชข้าวพันธุ์ต่าง ๆต่อการเกิดแป้งทนต่อการย่อยของเอนไซม์ชนิดที่** 3.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

AACC. 2002. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists International**. 11th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul MN.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 17th ed. AOAC International, Maryland, USA.

Adegunwa, M.O., E.O. Alamu and O.O. Fasanya. 2012. Effects of processing on the physicochemical properties and carotenoid contents of plantain flour. **Journal of Food Processing and Preservation**. 36 (4): 339-347.

Benzie LFF and Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**. 239 (1): 70-76

Fatemeh, S.R., R. Saifullah, F.M.A. Abbas and M.E. Azhar. 2012. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness. **International Food Research Journal**. 19 (3): 1041-1046.

Nednapis, V, N. Boonma and N. Wassana. 2012. Resistant starch, physicochemical and structural properties of banana from different cultivars with an effect of ripening and processing. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 46(3): 461-472.

Sulaiman, S.F., N.A.M. Yusoff, I. M. Eldeen, E.M. Seow, A.A.B. Sajak, Supriatno, and K.L. Ooi. 2011. Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (Musa sp.**). Journal of Food Composition and Analysis**. 24: 1-10.

Toor,R.K.,Savage,G.P. 2006. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes.**Food Chemistry** 94: 90-97.

Velioglu, Y. S., G. Mazza, L. Gao, and B. D. Oomah. 1998. Antioxidant activity and total phenolicsin selected fruits, vegetables, and grain products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 46: 4113-4117.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนจากแป้งข้าว

Development of Thai Dessert Pudding (Kanom Piakpoon) from Rice Flour

ข่ายทอง ชุนหสุวรรรณ[1*] รัชนี สินภาษา[1] ปัทมพร บรรเทิงใจ[1]และศศิอาภา บุญคง[1]

Khaithong Chunhasuwan[1*], Ratchanee Sinpasa,[1]Pattamaporn Banthoengchai[1] and Sasiapa Boonkong[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนจากแป้งข้าว โดยการใช้แป้งข้าวสังข์หยดหรือแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ โดยการแปรผันปริมาณการทดแทนที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด ได้แก่ ปริมาณข้าวสังข์หยด ร้อยละ20, 25 และ30 ของปริมาณแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 80, 90 และ100 ของปริมาณแป้งข้าวเจ้า ตามลำดับ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 5-Point hedonic scale พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับขนมเปียกปูนจากแป้งข้าวสังข์หยดร้อยละ 20 มากที่สุด อยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย ($\bar{x}$ = 3.90) และขนมเปียกปูนจากแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ร้อยละ 90 มากที่สุด อยู่ในระดับเฉยๆ ($\bar{x}$ = 3.46) ($p \leq 0.05$) จากการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคขนมไทย พบว่า ผู้บริโภคตัดสินใจ เลือกซื้อขนมไทยผู้บริโภคโดยคำนึงถึงรสชาติและซื้อจากตลาดมากที่สุดโดยจะเลือกที่จะซื้อขนมเปียกปูนในปริมาณ 8 ชิ้น/กล่อง ราคา 16 บาท

ABSTRACT

The objective of this study was to develop the Thai dessert pudding (kanom piakpoon) from rice flour using song yod flour or riceberry flour. Kanom piakpoon was prepared using 20, 25 and 30% (flour basis) of rice flour as song yod rice substitution and using 80, 90 and 100% (flour basis) of rice flour as riceberry flour substitution. The result of sensory evaluation using 5 –Point hedonic scale shown that consumer acceptability of overall linking of kanom piakpoon substitution of 20% song yod rice flour as like slightly ($\bar{x}$ = 3.90) and kanom piakpoon substitution of 90% riceberry flour as like moderately ($\bar{x}$ = 3.46). Consumer behavior of Thai dessert the results shown that the affective in purchase of Thai dessert was taste and most consumer was purchased a Thai dessert at local market. Consumers would make decision to purchase kanom piakpoon for 16 baht/8pieces.

Key Words: KanomPiakpoon, Sung Yod Rice Flour, Riceberry Flour

*Corresponding author; e-mail address:**chunhasuwan.k@gmail.com**

[1]สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

[1]Home economics program, Faculty of Science and Technology, DhonburiRajaphat University Bangkok 10600

คำนำ

ขนมไทยเป็นขนมหวานที่เป็นเอกลักษณ์ประจำชาติ มีความละเอียดอ่อน ประณีต เริ่มตั้งแต่การเลือกสรรวัตถุดิบ กระบวนการผลิต รสชาติ สีสันอันสวยงามและรูปลักษณ์ที่ชวนรับประทาน ซึ่งขนมเปียกปูนเป็นขนมไทยประเภทกวนชนิดหนึ่ง ประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้า แป้งท้าวยายม่อม น้ำตาลมะพร้าว น้ำปูนใส สีผสมอาหารจากธรรมชาติ มะพร้าวทึนทึกขูดฝอยและเกลือป่น (จริยา, 2549) นิยมทำกันหลายลักษณะและมีหลายสี ทำให้ขนมเปียกปูนมีชื่อเรียกแตกต่างกัน เช่น ขนมเปียกปูนสีดำจากกาบมะพร้าวเผา ขนมเปียกปูนใบเตยจากใบเตย ลักษณะของขนมเปียกปูนที่ดี จะทรงตัวดี ผิวเป็นเงามัน เนื้อขนมเหนียวนุ่ม มีรสหวานและมีกลิ่นหอมของใบเตยหรือกาบมะพร้าวเผาไฟ และน้ำตาลมะพร้าว เมื่อกวนขนมได้ที่เนื้อขนมไม่ติดภาชนะ เมื่อเป็นขนมแล้วเนื้อขนมจะร่อนจากภาชนะ (อบเชย, 2558)

ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงเป็นข้าวพันธุ์ท้องถิ่นที่ได้รับรองเป็นสินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ หรือข้าว GI (geographical indications) ในปี พ.ศ. 2549ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2546 เพื่อแสดงที่มาและแหล่งผลิตที่เป็นเอกลักษณ์ โดยใช้ชื่อว่า “ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง” ถือเป็นข้าว GI พันธุ์แรกของประเทศไทย และเป็นทรัพย์สินทางปัญญาของประเทศไทย ลักษณะของข้าวมีสีแดง หรือม่วงปนแดงเมล็ดเรียวและมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 13.80 ซึ่งมีปริมาณอะไมโลสต่ำสุดในข้าวพันธุ์พื้นเมือง นอกจากนี้มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ จำพวกแกมมาออริซานอล (gamma oryzanol) และกรดแกมมา-อะมิโนบิวไทริก (gamma aminobutyric acid; GABA) ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง (ปานทิพย์ และคณะ, 2555) รวมถึงป้องกันโรคเหน็บชาและช่วยชะลอความแก่ (อุไรวรรณ และคณะ, 2554) ซึ่งข้าวสังข์หยดสามารถนำมาทำขนมได้หลายชนิด เช่น ขนมเกลียว (ปานทิพย์ และคณะ, 2555) และผลิตภัณฑ์เพสตรี้ชูโรส (นันทพร และคณะ, มปป.) เป็นต้น

ข้าวไรซ์เบอรี่ (riceberry) เกิดจากการผสมข้าวข้ามสายพันธุ์ระหว่างข้าวหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลักษณะข้าวเป็นข้าวเจ้ามี สีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว มีคุณค่าทางโภชนาการได้แก่ ธาตุเหล็กและใยอาหารสูงมีสารสีม่วงจากสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) และสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และโฟเลตสูงข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ – ปานกลาง ซึ่งมีค่าดัชนีน้ำตาล 62 นอกจากนี้ข้าวไรซ์เบอรี่ยังมีโอเมก้า3 ปริมาณ 25.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีกรดไขมันจำเป็นปริมาณ 31.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีบทบาทต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับและระบบประสาทและช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอลที่ดีต่อสุขภาพมากมาย (รัชนิกร, 2554) ซึ่งข้าวไรซ์เบอรี่สามารถนำมาทำขนมได้หลายชนิด เช่น ขนมหม้อแกงเสริมข้าวไรซ์เบอร์รี่งอกสูตรลดน้ำตาล (สุคนธา, 2558) ขนมปังแซนด์วิชจากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ (สุจิตตา และคณะ, 2560) และข้าวตูเสริมข้าวไรซ์เบอร์รี่ (เกษรา และพงษ์ศักดิ์, 2560) เป็นต้น

ขนมเปียกปูนมีการพัฒนาโดยใช้ส่วนผสมต่างๆ ที่ดีต่อสุขภาพมากมาย เช่น ขนมเปียกปูนเสริมใบย่านาง (เอกพล และคณะ, 2558) และขนมเปียกปูนมะลินิลสุรินทร์ (ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์, 2561) เป็นต้น ซึ่งช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขนมเปียกปูน งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำแป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งเป็นข้าวที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง มาใช้ในการทำขนมเปียกปูน โดยการศึกษาปริมาณแป้งข้าวแต่ละชนิดที่เหมาะสมต่อการทดแทนแป้งข้าวเจ้าในการทำขนมเปียกปูน ประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนที่พัฒนาขึ้นตลอดจนศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนจากแป้งข้าว อันจะเป็นการเพิ่มทางเลือกผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่อสุขภาพให้กับผู้บริโภคได้

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการ

1. ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูน

1.1 การศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดในการทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูน โดยแปรผันระดับการใช้ที่ร้อยละ 20, 25 และ 30 ตามลำดับซึ่งใช้สูตรพื้นฐานของ พัชรลักษณ์ (2548) (Table 1)

1.2 การศึกษาปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูน โดยแปรผันระดับการใช้ที่ร้อยละ 80, 90, และ 100 ตามลำดับ ซึ่งใช้สูตรพื้นฐานของ พัชรลักษณ์ (2548) (Table 1)

Table 1 Formulation of Thai dessert pudding (Kanom piakpoon)

Ingredient	Content (%)						
	Basic formula[1/]	Song Yod rice flour			Riceberry Flour		
		Treatment1	Treatment2	Treatment 3	Treatment 1	Treatment2	Treatment3
Rice flour	9.35	-	-	-	-	-	-
Song yod rice flour	-	20	25	30	-	-	-
Riceberry flour	-	-	-	-	80	90	100
Arrowroot flour	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
Coconut sugar	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40
Limewater	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40	18.40
Pandan juice	9.65	9.65	9.65	9.65	9.65	9.65	9.65

1/ Basic formula from Patchalarak (2548)

2. ศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของขนมเปียกปูนจากแป้งข้าว

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเปียกปูนจากแป้งข้าวด้วยวิธี 5 –Point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30- 50 คน คุณลักษณะที่ทำการทดสอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ความหวาน กลิ่น สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากนั้นนำข้อมูลมา วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบ ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

3. ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคขนมเปียกปูนจากแป้งข้าว

ศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูน โดยทำการสำรวจจากตัวแทนผู้บริโภคที่มีช่วงอายุ ระหว่าง1 9-23 ปี จำนวน 50 คน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา ค่าความถี่ และค่าร้อยละ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูน

ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูน พบว่าขนมเปียกปูนทั้ง 3 สูตร มีสีน้ำตาลอ่อน และมีกลิ่นหอมของแป้งข้าวสังข์หยด มีลักษณะเนื้อมีความเป็นเงาเล็กน้อยถึงปานกลาง ซึ่งการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดทำให้ความเป็นเงาลดลง (Figure 1) ซึ่งจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 5 –Point Hedonic Scale กับผู้บริโภค จำนวน 30 คน พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวมขนมเปียกปูนข้าวสังข์หยดร้อยละ 20 มากที่สุด ($\bar{x}$ =3.90) อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย โดยมีความแตกต่างกันในด้านลักษณะปรากฏ ความหวาน กลิ่น สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ($p<0.05$) (Table 2) ขนมเปียกปูนสามารถทดแทนแป้งสังข์หยดได้ปริมาณน้อยกว่าผลิตภัณฑ์เพสตรี้ซูโรส โดยผลิตภัณฑ์เพสตรี้ซูโรสสามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดได้ ร้อยละ 75 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่กรอบและแข็งมาก (นันทพร และคณะ, มปป.) และขนมเกลียวสามารถทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวสังข์หยด ร้อยละ 50 (ปานทิพย์ และคณะ, 2555) ซึ่งขนมประเภทอบสามารถใช้แป้งข้าวสังข์หยดได้มากกว่าขนมประเภทกวน เนื่องจากการใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งสาลีจะทำให้การรวมตัวของโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดีนมีปริมาณลดลง ทำให้โครงสร้างเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของโดลดลง ความสามารถในการอุ้มน้ำและเก็บกักก๊าซต่ำ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบแข็งเพิ่มขึ้น (นันทพร และคณะ, มปป.)



20% SY[1/] : 80% RF[/2] 25% SY[1/] : 75% RF[2/] 30% SY[1/] : 70% RF[2/]

Figure 1 Kanom Piakpoon from song yod rice flour at different of song yod rice flour

1/ Song yod rice flour

2/ Rice flour

Table 2 Sensory evaluation of Kanom Piakpoon from song yod rice flourwith different levels of song yod rice flour

Content (%)		Attributes					
SY[1/]	RF[2/]	Appearance	Color[ns]	Flavor[ns]	Sweet	Texture[ns]	Overall liking[ns]
20	80	4.03 ± 0.81[a]	4.00 ± 0.83	3.73 ± 0.74	3.77 ± 0.78[a]	3.80 ± 1.19	3.90 ± 1.03
25	75	3.73 ± 0.91[b]	3.27 ± 0.91	3.63 ± 0.89	3.47 ± 0.97[a]	3.20 ± 1.03	3.40 ± 0.93
30	70	3.70 ± 0.99[c]	3.27 ± 0.91	3.37 ± 1.00	3.37 ± 0.96[b]	3.20 ± 1.03	3.13 ± 0.90

[a-c]Mean within the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

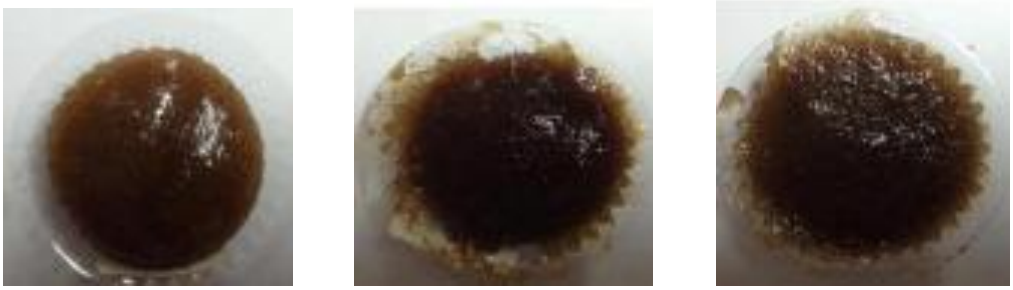
1/ Song yod rice flour

2/ Rice flour

Ns Notsignificant

ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูน

ผลจากการศึกษา ปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูน พบว่า ขนมเปียกปูนทั้ง 3 ทรีตเม้นต์ มีลักษณะเหนียวข้น สีค่อนข้างน้ำตาลเข้ม มีความเงาเล็กน้อยถึงปานกลาง การเพิ่มความระดับของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทำให้ความเงาลดลง โดยการทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ร้อยละ 100 ทำให้การจับตัวระหว่างแป้งกับน้ำปูนใสช้ากว่าทรีตเม้นท์ที่มีแป้งข้าวเจ้าผสมอยู่ โดยแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ไม่มีโปรตีนกลิแอดิน (Glutenin) และกลูเตนิน (Gliadin) ที่มีคุณสมบัติในการรวมตัวเป็นร่างแหและเก็บกักก๊าซไว้ได้ ทำให้ขนมมีเนื้อสัมผัสนุ่มและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น (พรรัตน์ และคณะ, 2559) และมีค่าความแตกต่างระหว่างความหนืดสูงสุดกับความหนืดต่ำสุดมาก ทำให้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่มีความสามารถในการคงทนต่ออุณหภูมิและการกวนต่ำมาก (นันท์ชนก และคณะ, 2561) (Figure 2) ซึ่งจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 5 –Point hedonic scale กับผู้บริโภค จำนวน 50 คน พบว่า ผู้บริโภคยอมรับขนมเปียกปูนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทั้ง 3 สูตร ในระดับเฉยๆ ถึงชอบ ไม่มีความแตกต่างกันในด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น ($p \geq 0.05$) (Table 2) ซึ่งขนมเปียกปูนสามารถทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ปริมาณเท่ากับมากกว่าขนมแซนด์วิช (สุจิตรา และคณะ, 2560) และข้าวตู (เกษราและพงศ์ศักดิ์, 2560)



80% RBF[1/] : 20 % RF[2/] 90% RBF[1/] : 10 % RF[2/] 100% RBF[1/]

Figure 2 Kanom Piakpoon from Riceberry Flour at different of riceberry flour

1/ Riceberry Flour

2/ Rice flour

Table 2 Sensory evaluation of treatment on Kanom Piakpoon from riceberry flourat different of riceberry flour

Content (%)		Attributes					
RBF[1/]	RF[2/]	Appearance[ns]	Color[ns]	Flavor[ns]	Taste[ns]	Texture[ns]	Overall liking[ns]
80	20	3.38 ± 0.92	3.12 ± 1.34	3.08 ± 1.18	3.32 ± 1.00	3.38 ± 1.77	3.42 ± 0.86
90	10	3.65 ± 1.18	3.40 ± 1.21	3.08 ± 1.18	3.30 ± 1.06	3.34 ± 1.06	3.46 ± 1.83
100	-	3.32 ± 1.25	3.04 ± 1.05	3.24 ± 1.10	3.18 ± 1.06	3.14 ± 0.98	3.38 ± 1.17

Mean within a column under each factor, means followed by a same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$)

1/ Riceberry flour

2/ Rice flour

ns Not significant

ผลการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนจากแป้งข้าว

ผลการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนจากแป้งข้าว จำนวน 50 คน พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 58) มากกว่าเพศชาย (ร้อยละ 42) และมีอายุระหว่าง 1 9-23 ปี ร้อยละ 52 รองลงมาอายุระหว่าง 24 - 28 ปี ร้อยละ 20 และอายุต่ำกว่า 18 ปี ร้อยละ 20 ตามลำดับ ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมรับประทานขนมไทย 5 –8 ครั้ง/เดือน (ร้อยละ 46) การตัดสินใจเลือกซื้อขนมไทยจากรสชาติและความอร่อยมากที่สุด (ร้อยละ 88) และนิยมซื้อขนมไทยจากร้านค้าในตลาด (ร้อยละ 25) รวมทั้งซื้อขนมเปียกปูนจากแป้งข้าวปริมาณ 8 ชิ้นต่อกล่องในราคา 16 บาท (Table 3)

Table 3 Consumption behavior on Kanom piakpoon by 50 consumers

n=50

Consumer behavior	Frequency	Percentage (%)
Reason for purchase decision of Kanom Piakpoon		
Good Taste	44	88.0
Packaging	1	2.0
Inexpensive price	3	6.0
Souvenir	2	4.0
Consumption frequency of eating kanom piakpoon		
Less than 2 times permonth	4	8.0
2 – 4 times per month	5	10.0
5 - 8 times per month	23	46.0
More than 9 times per month	18	36.0

Table3(Continued)

n=50

Consumer behavior	Frequency	Percentage (%)
Place for Purchase Thai desert		
Souvenir laden	1	2.0
Production source	2	4.0
Local market	25	50.0
Shopping mall	1	2.0
Supermarket	2	4.0
Street hawker	8	16.0
Street food	11	22.0
OptimalPrice of kanompiakpoonfor 8pieces/box		
16 Baht	16	32.0
20 Baht	8	22.0
32 Baht	11	30.0
40 Baht	15	16.0

สรุป

การพัฒนาขนมเปียกปูนจากแป้งข้าวสังข์หยด ผู้บริโภคให้การยอมรับขนมเปียกปูนจากแป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 20 มากที่สุด อยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย โดยมีส่วนผสม ดังนี้ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวสังข์หยด แป้งท้าวยายม่อม น้ำตาลมะพร้าว น้ำปูนใส น้ำ และใบเตย เท่ากับร้อยละ 7.1, 1.8, 2.7, 18.2, 57.2, 9.5 และ 3.5 ตามลำดับ ส่วนขนมเปียกปูนจากแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 90 มากที่สุดอยู่ในระดับเฉยๆ ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด มีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งท้าวยายม่อม น้ำตาลมะพร้าว น้ำปูนใส และน้ำใบเตย เท่ากับร้อยละ 1.8, 2.1, 16.2, 16.2, 47.3 และ 16.5 ตามลำดับ ซึ่งการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดและปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทำให้ความเงาลดลง แต่การทดแทนแป้งข้าวสังข์หยดสามารถทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเปียกปูนน้อยกว่าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งในการเลือกซื้อขนมไทยผู้บริโภคคำนึงถึงรสชาติมากที่สุดและเลือกที่จะซื้อขนมเปียกปูนในปริมาณ 8 ชิ้น/กล่อง ราคา 16 บาท

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีที่สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เกษรา และพงษ์ศักดิ์. 2560. การพัฒนาข้าวตูเสริมข้าวไรซ์เบอรี่.น. 1130 – 1135. *ใน* **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 3 นวัตกรรมที่พลิกสังคมโลก**.

ปานทิพย์ ผดุงศิลป์ พิพัฒน์กมล ชนะสิทธิ์ และจักราวุธ ภู่เสม. 2555 . **การพัฒนาและแปรรูปข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

นันทพร จั่นสำอาง ธัญญพันธ์ ไวยรัตน์ วราภรณ์ อินทรเสน ชาริสา แสงทองอร่าม นภาพันธ์ โชคอำนวยพร และพีรวัฒน์ ชำนาญวนิชกุล. มปป. การใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เพสตรี้ชูโรส. **วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์** 6 – 11.

นันท์ชนก นันทะโชย พรพรรณ พันธุ์เจริญ และภูมิกร น้อยแกว. 2561. คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของขนมปั้นขลิบจากแป้งข้าวไรซ์เบอรี่พรีเจลาติไนซ์. **ว. วิทย์. กษ**. 49(2)(พิเศษ): 649 – 652.

รัชนิกร แสงขาว. สินเหล็ก-ไรซ์เบอรี่ มหัศจรรย์พันธุ์ข้าวพัฒนาสมองต้านอนุมูลอิสระ. มติชน24 ตุลาคม2554.

พรรัตน์ สินชัยพานิช กุลรภัส บุตรพงษ์ ศศพินทุ์ ดิษนิล และเรณู ทิริชชาติวิทยากุล. 2559. ผลของแป้งข้าวไรซ์เบอร์ที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่ : เนื้อสัมผัสและลักษณะคุณภาพ. **SDU Res. J.** 10(2): 69 – 79.

พัชรลักษณ์ วัฒนไชย.2548. **การพัฒนาขนมเปียกปูนใบเตยให้ได้ตำรับมาตรฐาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์.2561. ขนมเปียกปูนมะลินิลสุรินทร์.337. *ใน* **การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กลุ่มศูนย์วิชาข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**.

สุจิตตา เรืองรัศมี กนกวรรณ จัดวงษ์ และอบเชย วงศ์ทอง.2560 . การพัฒนาสูตรขนมปังแซนด์วิชโดยใช้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี. **วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 13(1): 123 – 138.

สุคนธา สุคนธ์ธารา.2559. การพัฒนาขนมหม้อแกงเสริมข้าวไรซ์เบอรี่งอกสูตรลดน้ำตาล. **วารสารวิทยาศาสตร์ มศว**. 32(2): 195 – 209.

อบเชย วงศ์ทอง. 2558. **เอกสารประกอบการสอนวิชาขนมไทย**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ กรุงเทพ.

เอกพล อ่อนน้อมพันธุ์ ปวิตรา ภาสุรกุลนิลุบล ประเคนแสง จารุณี วิเทศ และ ไพรินทร์ บุญญสิริสกุล. 2559. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเปียกปูนใบเตยเสริมน้ำใบย่านาง. **SDU Res. J.** 10 (3): 159 – 170.

อุไรวรรณ วัฒนกุล วัฒนา วัฒนกุล นพรัตน์ มะเห และพิทูรย์ จรูญรัตน์.2554. ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ** 14(3) ฉบับพิเศษ: 50 – 58.

.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม

Development of Karanda (*Carissa carandas*) drinking jelly

ศศิอาภา บุญคง[1*]และรักชนก ปั้นอินทร์[1]

Sasiapa Boonkong[1*] and Rukchanok Panin[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารคาราจีแนน (ร้อยละ 0.5 และร้อยละ 0.7) ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่ชนิดอ่อนตัว ปริมาณน้ำมะนาวโห่ (ร้อยละ 10 และร้อยละ 15) ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่ชนิดเหลว และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับเยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่มที่มีส่วนผสม ดังนี้ เยลลี่มะนาวโห่ชนิดอ่อนตัวที่มีส่วนผสมร้อยละของ น้ำตาลทราย คาราจีแนน น้ำมะนาวโห่ น้ำสะอาด โปตัสเซียมซิเตรท และกรดซิตริกเท่ากับร้อยละ 18.8, 0.5, 40, 40, 0.5 และ 0.2 ตามลำดับ และเยลลี่มะนาวโห่ชนิดเหลวที่มีส่วนผสมของ น้ำตาลทราย คาราจีแนน น้ำมะนาวโห่ น้ำสะอาด โปตัสเซียมซิเตรท และกรดซิตริกเท่ากับร้อยละ19, 0.3, 10, 70, 0.5 และ 0.2 ตามลำดับ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับความชอบโดยรวมของเยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่มที่ระดับชอบมาก ($\bar{x}$ = 4.10) ซึ่งในการเลือกซื้อเยลลี่พร้อมดื่มผู้บริโภคคำนึงถึงรสชาติมากที่สุดและเลือกที่จะซื้อเยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่มในปริมาณ 220 กรัม ที่ราคา 10 บาท

ABSTRACT

The objective of this study was to appropriate of carrageenan (0.5% and 0.7%) in soft jelly, karanda juice (10% and 15%) in liquid jelly and consumer behavior of drinking jelly. The results showed that the consumer were karanda drinking jelly, karanda soft jelly consists of sugar, carrageenan, karada juice, water, potassium citrate and citric acid were 18.8, 0.5, 40, 40, 0.5 and 0.2%, respectively and karanda liquid jelly consists of sugar, carrageenan, karada juice, water, potassium citrate and citric acid were 19, 0.3, 10, 70, 0.5 and 0.2%, respectively. Panalist acceptability of overall linking of karanda drinking jelly as like moderately ($\bar{x}$ = 4.10). The affective in purchase of drinking jelly was taste and consumers would make decision to purchase karanda drinking jelly for 10 baht/220 g.

Key Words: Karanda, drinking jelly

*Corresponding author; e-mail address: **sasiapa.b@dru.ac.th**

[1]สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

[1]Home economics program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajaphat University Bangkok 10600

คำนำ

ผลิตภัณฑ์เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ของหวานที่ได้รับความนิยม โดยทั่วไปนิยมนำผักหรือผลไม้ มาคั้นหรือสกัดแล้วผสมกับสารให้ความหวานและสารที่ทำให้เกิดเจลในปริมาณที่เหมาะสมทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในลักษณะกึ่งแข็งหรือลักษณะเหลว อาจผสมกรดผลไม้และส่วนประกอบอื่นๆ เคี่ยวที่อุณหภูมิเหมาะสมให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ อาจแต่งสีและกลิ่นรสชาติ บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดได้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521; สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเยลลี่ส่วนใหญ่นิยมรับประทานเยลลี่ชนิดอ่อนมากที่สุด และผู้บริโภคให้ความสนใจผลิตภัณฑ์เยลลี่เพื่อสุขภาพร้อยละ 96 (ลดาวรรณ์ หทัยรัตน์ และพิสิฏฐ์, 2558) ในปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากผักหรือผลไม้ในหลายรูปแบบ เช่น เยลลี่มะม่วง (วิภาพร, 2548) เยลลี่คาราจีแนนสูตรน้ำผัก (สุทธิวัฒน์ ณัฐพัฒน์ ผาณิต และเบญจวรรณ, 2554) เยลลี่เม่า (ศุกกฤชชญา และกรรณิการ์, 2558) เยลลี่ธัญพืชเพื่อสุขภาพ (กุสุมา และ นัทมน, 2559) และเยลลี่รางจืด (ธีรวรรณ และคณะ, 2561) เป็นต้น

มะนาวโห่หรือมะนาวโห่ (*Carissa carandas*) เป็นผลไม้โบราณพื้นเมืองชนิดหนึ่ง มีผลเป็นรูปทรงกลมรี ผิวเรียบ ผลอ่อนสีขาวผลแก่เป็นสีชมพูจนเป็นสีแดงเข้มจนเกือบดำเมล็ดแบน จัดเป็นผลไม้ประเภทเบอร์รี่ ผลมะนาวโห่มีธาตุเหล็ก วิตามินซี และเพคตินจำนวนมาก รวมทั้งมีสารแอนโทไซยานินที่เป็นสารประกอบฟีนอล คือ cyaniding-3-O-rhamnoside, pelargonidin-3-Oglucoside และ cyaniding-3-O-glucoside ซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพคือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบางชนิดได้ ช่วยในการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น ช่วยขยายหลอดเลือด บรรเทาอาการไอ เจ็บคอแบบเรื้อรัง ฯลฯ และต้านการเกิดมะเร็ง ซึ่งเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย (จุฑามาส และคณะ, 2556) ผลสุกมีรสเปรี้ยว คล้ายมะนาว ใช้แก้ไอ แก้โรคลักปิดลักเปิด แก้ท้องเสีย และช่วยในเรื่องระบบหมุนเวียนของเลือดให้เป็นปกติ สามารถนำมาดอง ทำเป็นเยลลี่ แยม และน้ำผลไม้เข้มข้น รวมทั้งมีการใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับผู้ขาดวิตามินซี ผู้ป่วยที่เป็นโรคโลหิตจาง

งานวิจัยนี้จึงนำผลไม้สมุนไพร “มะนาวโห่” ที่มีเพคติน และสารกลุ่มฟินอลิกที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มาทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม โดยศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้คาราจีแนนและปริมาณน้ำมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีต่อการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม ซึ่งเป็นการสร้างทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคที่จะเลือกรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มที่มีส่วนผสมของผลไม้สมุนไพร และผู้รักสุขภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตเยลลี่มะนาวโห่

ผสมน้ำตาลทรายและโปแตสเซียมซิเตรทให้เข้ากัน แล้วเทส่วนผสมลงในน้ำ ที่มีอุณหภูมิ 70 ± 5 องศาเซลเซียส คนตลอดเวลาเมื่อส่วนผสมละลายจนหมดให้เติมน้ำมะนาวโห่ที่คั้นไว้ (นำมะนาวโห่ 500 กรัม ผสมกับน้ำ 100 กรัม ปั่นและกรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้น้ำมะนาวโห่) ให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 - 5 นาที แล้วเติมกรดซิตริก จะได้เยลลี่มะนาวโห่ บรรจุใส่ภาชนะตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งเซ็ตตัว สำหรับเยลลี่มะนาวโห่ชนิดอ่อนจะนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำมาใส่ในเยลลี่มะนาวโห่ชนิดเหลว ซึ่งใช้สูตรตั้งต้นดัดแปลงจาก ญาดา และคณะ (2555) (Table 1)

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้คาราจีแนนและน้ำมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (complete randomize design; CRD) โดยศึกษาปริมาณสารคาราจีแนน (ร้อยละ 0.5 และร้อยละ 0.7) ของเยลลี่มะนาวโห่ชนิดอ่อน และน้ำมะนาวโห่ (ร้อยละ 10 และร้อยละ 15) ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่ชนิดเหลว จากนั้นทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 5 –point hedonics scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวม กับผู้ทดสอบชิม จำนวน 60 คน จากนั้นวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Table 1 Formulation of karanda drinking jelly product.

Ingredient	Content (%)				
	Basic formula	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4
Soft jelly					
sugar	19	18.8	18.8	19.1	19.1
carrageenan	0.3	0.5	0.7	0.5	0.7
karanda juice	40	40	40	40	40
water	40	40	40	40	40
potassium citrate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
citric acid	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Liquid jelly					
sugar	19	19	19	19	19
carrageenan	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
karanda juice	40	10	10	15	15
water	40	70	70	65	65
potassium citrate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
citric acid	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม

การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม โดยใช้แบบสอบถาม ประกอบด้วย ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคเยลลี่ และการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม ซึ่งทำการสำรวจผู้บริโภค จำนวน 60 คน ซึ่งเป็นผู้บริโภคที่เคยรับประทานเยลลี่พร้อมดื่ม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา คือ ค่าความถี่และร้อยละของความถี่ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้คาราจีแนนและปริมาณน้ำมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม

ผลจากการศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวและปริมาณน้ำมะนาวโห่ที่เหมาะสมของเยลลี่อ่อนในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม พบว่า เยลลี่น้ำมะนาวโห่ มีลักษณะสีแดงใส มีกลิ่นน้ำมะนาวโห่ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อยถึงปานกลาง เจลมีความคงตัวปานกลาง เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม และสามารถดูดได้ง่าย หากมีปริมาณน้ำมะนาวโห่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ 15) จะทำให้มีกลิ่น สี และความเปรี้ยวเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนเยลลี่ที่มีส่วนผสมของคาราจีแนน ร้อยละ 0.7 จะมีความยืดหยุ่นมากกว่าเยลลี่ที่มีส่วนผสมของคาราจีแนน ร้อยละ 0.5 (Figure 2) ซึ่งคาราจีแนนจัดเป็นคาร์โบไฮเดรตจำพวกพอลีแซกคาไรด์ที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง หากปริมาณคาราจีแนนเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสว่างของสีลดลง (นิธิยา, 2545 และ Piculell, 1995) และช่วยให้น้ำตาลละลายได้ง่ายขึ้น (บัณฑิตา และสร้อยสุริยา, 2547 อ้างถึงใน ญาดา และคณะ, 2555) หากเพิ่มปริมาณคาราจีแนนซึ่งเป็นสารให้ความคงตัว ทำให้โครงสร้างของเจลทำหน้าที่ประสานกันเป็นร่างแหมีความแข็งแรง ความคงตัว และความยืดหยุ่นมากขึ้น (กุสุมา และนัทมน, 2559) รวมทั้งมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำตาลและคาราจีแนนมีผลต่อรสชาติและความชอบโดยรวม (ธีรวรรณ และคณะ, 2561) นอกจากนี้ทำให้เจลมีโครงสร้างแข็งแรงขึ้น (Nishinari *et al*, 1990) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่มกับผู้บริโภค 60 คน พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่มทั้ง 4 ทรีตเม้นต์ ไม่มีความแตกต่างกันในด้านสี และความยืดหยุ่น ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันในด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ($p < 0.05$) (Table 3) ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมเยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่มทรีตเม้นต์ที่ 1 คาราจีแนน ร้อยละ 0.5 และน้ำมะนาวโห่ ร้อยละ 10 มากที่สุด ในระดับชอบมาก ($\bar{x}$= 4.10) โดยใช้ปริมาณคาราจีแนนใกล้เคียงกับเยลลี่มะม่วง (วิภาพร, 2548)



0.5% CSJ[1/] and 10% KLJ[2/]



0.5% CSJ[1/] and 15% KLJ[2/]



0.7% CSJ[1/] and 10% KLJ[2/]



0.7% CSJ[1/] and 15% KLJ[2/]

Figure 2 Karanda drinking jelly at different contents of carageenan and karanda juice

1/carrageenan in soft jelly

2/karanda juice in liuid jelly

Table 3 Means of liking scores (5-point hedonic score) for sensory attributes of Karanda drinking jelly at different levels of carrageenan and karanda juice.

Treatment		Sensory attributes				
Carrageenan (%)	KJ[1/] (%)	color[ns]	flavor	taste	springiness[ns]	overall linking
0.5	10	3.75±0.77	3.43±0.81[a]	4.13±0.83[a]	3.82±0.91	4.10±0.84[a]
0.5	15	3.88±0.69	3.17±0.85[b]	3.55±0.96[c]	3.73±0.86	3.58±0.98[c]
0.7	10	3.85±0.80	3.32±0.81[ab]	3.72±0.90[cb]	3.68±0.75	3.80±0.73[bc]
0.7	15	3.73±0.71	3.47±0.79[a]	3.92±0.81[ab]	3.65±0.95	3.98±0.70[ab]

[a-c] Mean within the same column with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

1/Karanda juice

ns Not significant

ผลการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคเยลลี่พร้อมดื่ม

ผลการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคเยลลี่พร้อมดื่ม กับตัวแทนผู้บริโภคจำนวน 60 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 70) มากกว่าเพศชาย (ร้อยละ 30) มากกว่า 2 เท่า และมีอายุระหว่าง 18 - 25 ปี ร้อยละ 52 รองลงมาอายุระหว่าง 26 - 30 ปี ร้อยละ 20 และอายุต่ำกว่า 18 ปี ร้อยละ 8 ตามลำดับ ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์เยลลี่จากรสชาติที่อร่อย (ร้อยละ 52) รองลงมาเป็นคุณค่าทางด้านโภชนาการ (ร้อยละ 38) นอกจากนี้ส่วนใหญ่รับประทานเยลลี่พร้อมดื่ม 1 ครั้ง/วัน (ร้อยละ 42) รองลงมารับประทานเยลลี่พร้อมดื่มอย่างน้อย 1 ครั้ง/สัปดาห์ (ร้อยละ 38) และปริมาณที่เหลือซื้อ 1 ถ้วย/ถุง (ร้อยละ 55) เกือบเท่ากับปริมาณ 2-3 ถ้วย/ถุง (ร้อยละ 42) อย่างไรก็ตามผู้บริโภคเลือกที่จะซื้อเยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่มในปริมาณ 220 กรัม/ถ้วย ราคา 10 บาท (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ผู้บริโภคเยลลี่ชนิดเหลว ร้อยละ 39.5 และส่วนใหญ่มีการรับประทานเยลลี่ 1 – 2 ครั้งต่อเดือน (ลดาวรรณ และคณะ, 2558)

Table 4 Consumer consumption behavior of drinking jelly

Consumer behavior	Frequency	Percent (%)
Reason for purchase decision on drinking jelly		
Good Taste	31	52
Nutrition value	23	38
Easy purchase	4	7
Inexpensive price	2	3
Frequency of eating a drinking jelly		
More than 1 times per day	5	8
1 times per day	25	42
Less than once per week	23	38
Less than once per month	7	12
Purchase decision of volume for each times		
1 cups/bags	33	55
2-3 cups/bags	25	42
More than 3 cups/bags	2	3
Price of karanda drinking jelly for 220 g/cups		
10 Baht	29	48
12 Baht	24	40
15 Baht	7	12

สรุป

เยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่ม มีส่วนผสมของเยลลี่มะนาวโห่ชนิดอ่อนของ น้ำตาลทราย คาราจีแนน น้ำมะนาวโห่ น้ำสะอาด โปตัสเซียมซิเตรท และกรดซิตริกเท่ากับร้อยละ 18.8, 0.5, 40, 40, 0.5 และ 0.2 ตามลำดับ ส่วนผสมของเยลลี่มะนาวโห่ชนิดเหลวของน้ำตาลทราย คาราจีแนน น้ำมะนาวโห่ น้ำสะอาด โปตัสเซียมซิเตรท และกรดซิตริกเท่ากับร้อยละ 19, 0.3, 10, 70, 0.5 และ 0.2 ตามลำดับ ผู้บริโภคให้การยอมรับความชอบโดยรวมของเยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่มมากที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อของผู้บริโภคคำนึงถึงรสชาติมากที่สุดและเลือกที่จะซื้อเยลลี่มะนาวโห่พร้อมดื่มในปริมาณ 220 กรัม ที่ราคา 10 บาท

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่สนับสนุนเครื่องมือและสถานที่ทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กุสุมา ทินกร ณ อยุธยา และนัทมน พุฒดวง. 2559. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ธัญพืชเพื่อสุขภาพ. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม** 11(1): 13 – 20.

จุฑามาศ สื่อประสาร ทานตะวัน พิรักษ์ และศิริพร เรียบร้อย. 2556. **การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผลหนามแดง**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ ครั้งที่ 51. กรุงเทพ. หน้า 193-200.

ธีรวรรณ สุวรรณ ปรัชสิญา นราฐปนนท์ อภิญญา เอี่ยมสุวรรณ วรเมษฐ พงศ์พัฒนพาณิชย์ และปิยะรัชช์ กุลเมธี. 2561. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ** 28(2): 403 – 411.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพ.

ญาดา เอกสุวรรณ พนิดา หลำบางช้าง จุฑามาศ สุทธิรักษ์ และอินทิรา ลิจันทร์พร. 2555. ผลของคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่ลองกอง. **ว. วิทย์. กษ.** 43(2) (พิเศษ): 485-488.

บัณฑิตา เกตุวีระพงศ์ และสร้อยสุริยา ขวัญใจ. 2547. **ปริมาณคาราจีแนนที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพ เคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ผลไม้รวม**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรีปทุมธานี. หน้า 9-30.

ลดาวรรณ์ จันทสิงห์ หทัยรัตน์ ริมคีรี และพิสิฏฐ์ ธรรมวิถี. 2558. **การศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติ ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อ และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่โดยใช้แบบสอบถาม**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53, กรุงเทพ. หน้า 971-977.

วิภาพร สกุลครู. 2548. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุกกฤชชญา เหมะธุลิน และกรรณิการ์ สมบุญ. 2558. ผลิตภัณฑ์เยลลี่เม่าเครื่องดื่มฟังก์ชันเพื่อสุขภาพจากวุ้นเมล็ดแมงลักด้วยวิธีการสกัดแบบชีววิธี. **แก่นเกษตร** 43 ฉบับพิเศษ 1: 299 – 304.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด**. มอก. 263-2543.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่เหลว**. มผช 518/2547.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่อ่อน**. มผช 519/2547.

สุทธิวัฒน์ แซ่ฮ้อ ณัฐพัฒน์ วัฒนกฤษฎา ผาณิต ไทยยันโต และเบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. 2554. **ว. วิทย์. กษ.** 42(2)(พิเศษ): 509 – 512.

Nishinari, K., Watase, M., P.A. and Philips, G.O. 1990. K-carageenan Gels: effect of sucrose, glucose, urea, and guanidine hydrochloride on the rheological and thermal properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 38, 1188-1193.

Piculell, L. 1995. **Gelling Carrageenans**. In Food Polysaccharides and their Applications; (Stephens, A., ed.) Maecel Dekker. New York. P 205-244.

คณะกรรมการฝ่ายวิชาการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิพันธุ์ แก้วสมพงษ์		ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา มีนะกนิษฐ	ประธานสาขาพืช	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวดี โสพรรณรัตน์	ประธานสาขาสัตว์	กรรมการ
ดร.จีรภา หินซุย	ประธานสาขาประมง	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.สิริรัตน์ นิยม	ประธานสาขาสัตวแพทยศาสตร์	กรรมการ
ดร.ศิริพร เรียบร้อย คิม	ประธานสาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.อรินทิพย์ ธรรมชัยพิเนต	ประธานสาขาวิทยาศาสตร์และพันธุวิศวกรรม	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติ เจียมไชยศรี	ประธานสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา วัชราภรณ์	ประธานสาขาอุตสาหกรรมเกษตร	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล แก้วจำปา	ประธานสาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หฤทัย นำประเสริฐชัย	ประธานสาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ	กรรมการ
ดร.พิกุล เอกวรางกูร	ประธานสาขาศึกษาศาสตร์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาอากาศโทหญิง ดร.งามลมัย ผิวเหลือง	ประธานสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	กรรมการ
ผู้อำนวยการสำนักบริการคอมพิวเตอร์	ประธานฝ่ายสารสนเทศ	กรรมการ
ดร.นีรนุช ภาชนะทิพย์	ประธานฝ่ายสูจิบัตรและฝ่ายเลขานุการ	กรรมการ
นายปัญญา ซื่อตรง	ประธานฝ่ายจัดพิมพ์เอกสารทางวิชาการ	กรรมการ
นางมัลลิกา เกตุชรารัตน์		กรรมการและเลขานุการ
นางสาวยลรวิวรร วิบูรณวงศ์		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวพิชชาอรฐ์ สิริชีวเกษร		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวอรญา ศรีอนันต์		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวทิพวรรณ เขม้นกิจ		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวสุดธิดา มีสวัสดิ์		กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาพืช : ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1.	ดร.จารุวัฒน์ เถาธรรมพิทักษ์	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร
2.	ดร.รัชฎาวรรณ เงินกลั่น	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร
3.	ผศ.ดร.อัศเลข รัตนวรรณี	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร
4.	ดร.เพชรดา ปินใจ	ภาควิชาปฐพีวิทยา	คณะเกษตร
5.	ผศ.ดร.เสาวนุช ถาวรพฤกษ์	ภาควิชาปฐพีวิทยา	คณะเกษตร
6.	ผศ.ดร.เฉลิมพล ภูมิไชย์	ภาควิชาพืชไร่นา	คณะเกษตร
7.	ดร.ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล	ภาควิชาพืชไร่นา	คณะเกษตร
8.	รศ.ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย	ภาควิชาพืชไร่นา	คณะเกษตร
9.	ผศ.ดร.ภัศจี คงศีล	ภาควิชาพืชไร่นา	คณะเกษตร
10.	ผศ.ดร.สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์	ภาควิชาพืชไร่นา	คณะเกษตร
11.	ดร.สุจินต์ เจนวีรวัฒน์	ภาควิชาพืชไร่นา	คณะเกษตร
12.	ดร.กาญจนา บุญเรือง	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
13.	ดร.จรีรัตน์ ฉันทวุฒิพร	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
14.	ดร.จุติภรณ์ ทัสสกุลพนิช	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
15.	ผศ.ดร.เจนจิรา ชุมภูคำ	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
16.	ผศ.ดร.เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
17.	ดร.ทัศไนย จารุวัฒนพันธ์	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
18.	ผศ.ดร.เบญญา มะโนชัย	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
19.	ดร.ปริยานุช จุลกะ	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
20.	ผศ.ดร.พิจิตรา แก้วสอน	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
21.	ผศ.ดร.อัณณ์ชญาน์ มงคลชัยพฤกษ์	ภาควิชาพืชสวน	คณะเกษตร
22.	ผศ.ดร.ธิดา เดชฮวบ	ภาควิชาโรคพืช	คณะเกษตร
23.	ผศ.ดร.อนงค์นุช สาสนรักกิจ	ภาควิชาโรคพืช	คณะเกษตร
24.	ผศ.ดร.อรอุมา เพียซ้าย	ภาควิชาโรคพืช	คณะเกษตร

สาขาพืช : ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1.	ศ.ดร.จริยา จันทร์ไพแสง	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2.	รศ.ดร.จวงจันทร์ ดวงพัตรา	ภาควิชาพืชไร่นา	คณะเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.	รศ.ดร.เฉลิมชัย วงษ์อารี	สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4.	รศ.ดร.นิพนธ์ ทวีชัย	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5.	รศ.ดร.ประภา ศรีพิจิตต์	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6.	ผศ.ดร.ปริชาติ ดิษฐกิจ	สาขาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
7.	รศ.ดร.ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8.	รศ.ดร.รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
9.	รศ.ดร.วันชัย จันทร์ประเสริฐ	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
10.	รศ.ดร.วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล	ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11.	รศ.ดร.สมศิริ แสงโชติ	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
12.	ศ.ดร.สายัณห์ ทัดศรี	ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
13.	ผศ.ดร.สุเทพ ทองแพ	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
14.	รศ.ดร.สุดฤดี ประเทืองวงศ์	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
15.	รศ.ดร.สุรวิช วรรณไกรโรจน์	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
16.	ผศ.ดร.อภิรดี อุทัยรัตนกิจ	สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
17.	รศ.ดร.อำไพวรรณ ภราดร์นุรัฒน์	ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
18.	ศ.เกียรติคุณ ดร.อำนาจ สุวรรณฤทธิ์	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Editorial Board

Subject : Plants (internal)

1. Dr.Jaruwat Thowthampitak
2. Dr.Ratchadawan Ngoenklan
3. Asst.Prof.Dr.Atsalek Rattanawannee
4. Dr.Pechlada Pinjai
5. Asst.Prof.Dr.Saowanuch Tawornpruek
6. Asst.Prof.Dr.Chalermpol Phumichai
7. Dr.Damrongvudhi Onwimol
8. Assoc.Prof.Dr.Thanee Sriwongchai
9. Asst.Prof.Dr.Pasajee Kongsila
10. Asst.Prof.Dr.Sarawut Rungmekarat
11. Dr.Sujin Jenweerawat
12. Dr.Kanchana Boonruang
13. Dr.Jareerat Chunthawodtiporn
14. Dr.Jutiporn Thussagunpanit
15. Asst.Prof.Dr.Jenjira Chumpookam
16. Asst.Prof.Dr.Shermarl Wongchaochant
17. Dr.Tassanai Jaruwattanaphan
18. Asst.Prof.Dr.Benya Manochai
19. Dr.Pariyanuj Chulaka
20. Asst.Prof.Dr.Pichittra Kaewsorn
21. Asst.Prof.Dr.Anchaya Mongkolchaiyaphruek
22. Asst.Prof.Dr.Tida Dethoup
23. Asst.Prof.Dr.Anongnuch Sasnarukkit
24. Asst.Prof.Dr.Onuma Piasia

Subject : Plants (external)

1. Prof.Dr.Jariya Chanpaisaeng
2. Assoc.Prof.Dr.Juangjun Duangpatra
3. Assoc.Prof.Dr.Chalermchai Wongs-Aree
4. Assoc.Prof.Dr.Niphon Thaveechai
5. Assoc.Prof.Dr.Prapa Sripichitt
6. Asst.Prof.Dr.Parichat Dittakit
7. Assoc.Prof.Dr.Yingyong Paisooksantiwatana
8. Assoc.Prof.Dr.Rangsarid Kaveeta
9. Assoc.Prof.Dr.Wanchai Chanprasert
10. Assoc.Prof.Dr.Wiboon Chongrattanameteekul
11. Assoc.Prof.Dr.Somsiri Sangchote
12. Prof.Dr.Sayan Tudsri
13. Asst.Prof.Dr.Suthep Thongpae
14. Assoc.Prof.Dr.Sutruedee Prathuangwong
15. Assoc.Prof.Dr.Surawit Wannakrairoj
16. Asst.Prof.Dr.Apiradee Uthairatanakij
17. Assoc.Prof.Dr.Ampaiwan Paradornuwat
18. Prof.Dr.Amnat Suwanarit

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาสัตว์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1. ผศ.น.สพ.ดร.ชัยวัฒน์ บุญแก้ววรรณ — ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
2. ผศ.ดร.อัจฉรา ขยัน — ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
3. น.สพ.ดร.สโรช แก้วมณี — ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
4. ผศ.น.สพ.ดร.วิน สุรเชษฐพงษ์ — ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน คณะสัตวแพทยศาสตร์
5. น.สพ.ดร.ศิรินทร์ ธีระวัฒนศิริกุล — ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์

สาขาสัตว์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. รศ.น.สพ.ดร.สนธยา เตียวศิริทรัพย์ — หน่วยปรสิตวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. น.สพ.ดร.กิตติชัย อุ่นจิต — หน่วยปรสิตวิทยา สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์
3. ดร.ถิรนันท์ ศรีกัญชัย — คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
4. ดร.พิลาสลักษณ์ ปานประเสริฐ — สาขาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
5. ดร.ซารีนา สือแม — คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

Editorial Board

Subject : Animals (internal)

1. Asst.Prof.Dr.Chaiwat Boonkaewwan
2. Asst.Prof.Dr.Autchara Kayan
2. Dr.Saroch Kaewmanee
4. Asst.Prof.Dr.Win Surachetpong
5. Dr.Sirin Theerawatanasirikul

Subject : Animals (external)

1. Assoc.Prof.Dr.Sonthaya Tiawsirisup
2. Dr.Kittichai Unjit
3. Dr.Tiranun Srikanchai
4. Dr.Pilasrak Panprasert
5. Dr.Sareena Semae

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาสัตวแพทยศาสตร์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1.	ผศ.น.สพ.ดร.วิน สุรเชษฐพงษ์	ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
2.	รศ.สพ.ญ.ดร.ปฐมาพร เอมะวิศิษฏ์	ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
3.	ศ.สพ.ญ.ดร.พรทิพภา เล็กเจริญสุข	ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
4.	ผศ.ดร.จันทิมา พฤกษากร	ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
5.	สพ.ญ.ดร.ชมพูเนกข์ ยุรญาติ	ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
6.	น.สพ.แสงชัย ยิ่งศักดิ์มงคล	ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
7.	รศ.น.สพ.ดร.ณัฐสิทธิ์ ตันสกุล	ภาควิชาเภสัชวิทยา
8.	น.สพ.ดร.อรรถวิทย์ โกวิทวที	ภาควิชาสรีรวิทยา
9.	น.สพ.ดร.เทวินทร์ อินปั๋นแก้ว	ภาควิชาปรสิตวิทยา
10.	ผศ.ดร.ปรีดา เลิศวัชระสาระกุล	ภาควิชาพยาธิวิทยา
11.	น.สพ.ดร.รุ่งเรือง ยอดชีวัน	ภาควิชาพยาธิวิทยา
12.	ผศ.น.สพ.ดร.เฉลิมพล เล็กเจริญสุข	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง
13.	ผศ.น.สพ.ดร.ชัยเทพ พูลเขตต์	ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์
14.	รศ.น.สพ.อดิศร ยะวงศา	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
15.	ผศ.สพ.ญ.ดร.วันดี เที่ยงธรรม	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
16.	ผศ.น.สพ.ดร.เมธา จันดา	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
17.	ผศ.น.สพ.ดร.วรกิจ เชิดชูธรรม	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
18.	รศ.น.สพ.ดร.พิพัฒน์ อรุณวิภาส	ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า
19.	น.สพ.ดร.มานะกร สุขมาก	ภาควิชาเวชศาสตร์และทรัพยากรการผลิตสัตว์

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาสัตวแพทยศาสตร์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1.	น.สพ.ดร.นรสุทธิ์ บางภูมิ	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
2.	สพ.ญ.ดร.มนต์รัตน์ จุลเนตร	คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
3.	น.สพ.ดร.ศิษฎ์ เปรมัษเฐียร	นายสัตวแพทย์ชำนาญการ กรมปศุสัตว์
4.	น.สพ.ดร.สหัสชัย ตั้งตรงทรัพย์	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5.	น.สพ.ดร.อติกันต์ ทองทาบ	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

6. รศ.น.สพ.ดร.ประภาส พัชนี	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7. ผศ.สพ.ญ.ดร.ศิริพร เพียรสุขมณี	คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
8. รศ.น.สพ.ดร.ณรงค์ จึงสมานญาติ	นักวิชาการอิสระ
9. ดร.วรธา กลิ่นสวาท	คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Editorial Board

Subject : Veterinary Medicine (internal)

1. Asst.Prof.Dr.Win Surachetpong
2. Assoc.Prof.Dr.Patamabhorn Amavisit
3. Prof.Dr.Porntippa Lekcharoensuk
4. Asst.Prof.Dr.Chantima Porksakorn
5. Dr.Chompooneg Yurayart
6. Lecturer Sangchai Yingsakmongkon
7. Assoc.Prof.Dr.Natthasit Tansakul
8. Dr.Attawit Kovitvadhi
9. Dr.Tawin Inpankaew
10. Asst.Prof.Dr.Preeda Lertwatcharasarakul
11. Dr.Rungrueang Yodsheewan
12. Asst.Prof.Dr.Chalermpol Lekcharoensuk
13. Asst.Prof.Dr.Chaithep Poolkhet
14. Assoc.Prof.Adisorn Yawongsa
15. Asst.Prof.Dr.Wandee Thiangtum
16. Asst.Prof.Dr.Metha Chanda
17. Asst.Prof.Dr.Worakij Cherdchutham
18. Assoc.Prof.Dr.Pipat Arunvipas
19. Dr.Manakorn Sukmak

Subject : Veterinary Medicine (external)

1. Dr.Norasuthi Bangphoomi
2. Dr.Monrat Chulanetra
3. Dr.Sith Premasthien
4. Dr.Sahatchai Tangtrongsup
5. Dr.Atigan Thongtharb
6. Assoc.Prof.Dr.Prapas Patchanee
7. Asst.Prof.Dr.Siriporn Peansukmanee
8. Assoc.Prof.Dr.Narong Chungsamarnyart
9. Dr.Worata Klinsawat

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาประมง : ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1.	ผศ.ดร.เมธี แก้วเนิน	ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง
2.	อาจารย์สรณัฏฐ์ ศิริสวย	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
3.	รศ.ดร.อรพินท์ จินตสถาพร	ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
4.	ผศ.ดร.มณฑล อนงค์พรยศกุล	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
5.	ผศ.ดร.กังสดาล เชาว์วัฒนกุล	ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา คณะสังคมศาสตร์
6.	ผศ.ดร.วิกรม รังสินธุ์	ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
7.	ผศ.ดร.แสงสรรค์ ภูมิสถาน	ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์
8.	ผศ.ดร.สุภาภรณ์ ประสงค์ทัน	ภาควิชาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวและบริการ คณะมนุษยศาสตร์

สาขาประมง : ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1.	นายทวีป บุญวานิช	ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือประมง สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ข้าราชการบำนาญ)
2.	นายวีระ โภคาพันธ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านการประมงทะเลกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ข้าราชการบำนาญ)
3.	นางสุมิตรา เรืองสิวะกุล	หัวหน้าแผนกเศรษฐกิจสังคม กองการจัดการประมงขนาดเล็ก ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
4.	นางสาวจินตนา นักระนาด	ผู้เชี่ยวชาญด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง
5.	นายสุทธิชัย ฤทธิธรรม	ผู้อำนวยการ กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
6.	นางสาวสุพิศ ทองรอด	ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ไทยยูเนียนฟิดมิลล์ จำกัด
7.	รศ.ดร.พรศิลป์ ผลพันธิน	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
8.	รศ.ดร.นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร	ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
9.	อาจารย์ศุภณัฐ ไพโรหกุล	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10.	รศ.ดร.เจริญ นิติธรรมยง	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11. รศ.ดร.ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
12. ผศ.ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
13. ผศ.ดร.ไตรเทพ วิชย์โกวิทเทน	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
14. นายสุเมตต์ ปุจฉาการ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา
15. ศ.ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ	สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
16. นายอนุวัฒน์ นทีวัฒนา	ผู้อำนวยการสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (ข้าราชการบำนาญ)

Editorial Board

Subject : Fisheries (internal)

1. Asst.Prof.Dr.Methee Kaewnern
2. Lecturer Soranuth Sirisuay
3. Assoc.Prof.Dr.Orapint Jintasataporn
4. Asst.Prof.Dr.Monton Anongponyoskun
5. Asst.Prof.Dr.Kangsadan Chwathanakun
6. Asst.Prof.Dr.Wikrom Rungsin
7. Asst.Prof.Dr.Sangsan Phumsathan
8. Asst.Prof.Dr.Supaporn Prasongthan

Subject : Fisheries (external)

1. Mr.Taweep Boonwanich
2. Mr.Weera Pokapunt
3. Mrs.Sumitra Ruangsivakul
4. Miss Jintana Nugranad
5. Mr.Suttichai Rittitum
6. Dr.Supit Thongrod
7. Assoc.Prof.Dr.Pornsilp Pholpunthin
8. Assoc.Prof.Dr.Nongnud Tangkrock-olan
9. Lecturer Supanut Pairohakul
10. Assoc.Prof.Dr.Charoen Nitithamyong
11. Assoc.Prof.Dr.Thaithaworn Lirdwitayaprasit
12. Asst.Prof.Dr.Penjai Sompongchaiyakul
13. Asst.Prof. Dr.Tritep Vichkovitten
14. Mr.Sumaitt Putchakarn
15. Prof.Dr.Tuanthong Jutagate
16. Dr.Arnuwat nateewathana

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

1.	ผศ.ดร.ศิริพร เรียบร้อย คิม	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
2.	รศ.ดร.ณรงค์ สมพงษ์	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
3.	รศ.ดร.พัฒนา สุขประเสริฐ	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
4.	รศ.ดร.พิชัย ทองดีเลิศ	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
5.	รศ.ดร.สาวิตรี รังสิภัทร์	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
6.	ผศ.ดร.ธานินทร์ คงศิลา	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
7.	ผศ.ดร.พนามาศ ตรีวรรณกุล	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
8.	ผศ.ดร.พัชราวดี ศรีบุญเรือง	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
9.	ผศ.ดร.สุพัตรา ศรีสุวรรณ	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
10.	ผศ.ดร.สุภาภรณ์ เลิศสิริ	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
11.	ดร.ชลาธร จูเจริญ	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร
12.	ดร.เมตตา เร่งขวนขวาย	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร

สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ : ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1.	รศ.ดร.นาถ พันธุมนาวิน	สำนักงานเลขานุการ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2.	ศ.ดร.ดิเรก ฤกษ์หร่าย	ฝ่ายวิเคราะห์โครงการและหลักสูตรการฝึกอบรม สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3.	รศ.สิริพันธุ์ จุกรังคะ	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4.	ผศ.ดร.อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ	ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5.	ผศ.ดร.สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช	ภาควิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6.	รศ.ดร.จำนงรักษ์ อุดมเศรษฐ์	ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
7.	ดร.กฤตลักษณ์ ปะสะกวี	ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมอาหารสุขภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
8.	รศ.ดร.มนัส ชัยจันทร์	สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

Editorial Board

Subject : Agricultural Extension and Home Economics (internal)

1. Asst.Prof.Dr.Siriporn Riebroy Kim
2. Assoc.Prof.Dr.Narong Sompong
3. Assoc.Prof.Dr.Patana Sukprasert
4. Assoc.Prof.Dr.Pichai Thongdeelert
5. Assoc.Prof.Dr.Savitree Rangsipath
6. Asst.Prof.Dr.Tanin Kongsila
7. Asst.Prof.Dr.Panamas Treewannakul
8. Asst.Prof.Dr.Patcharavadee Sriboonruang
9. Asst.Prof.Dr.Supattra Srisuwan
10. Asst.Prof.Dr.Supaporn Lertsiri
11. Dr.Chalathon Choocharoen
12. Dr.Metta Rengkounkway

Subject : Agricultural Extension and Home Economics (external)

1. Assoc.Prof.Dr.Nath Bhanthumnavin
2. Prof.Dr.Direk Rerkrai
3. Assoc.Prof. Siripun Chulakarungka
4. Asst.Prof.Dr.Anchanee Utaipattanacheep
5. Asst.Prof.Dr.Somsak Kuhasawanwatch
6. Assoc.Prof.Dr.Jumnongruk Udomsade
7. Dr.Krittalak Pasakawee
8. Assoc.Prof.Dr.Manat Chaijan

คณะกรรมการฝ่ายจัดพิมพ์เอกสาร

ดร.นีรนุช ภาชนะทิพย์
ที่ปรึกษา
นายปัญญา ซื่อตรง
ประธานกรรมการ

นายจรูญศักดิ์ สวนสวรรค์
รองประธานกรรมการ

นางมัลลิกา เกตุชรารัตน์
รองประธานกรรมการ

นางสาวปฐมาวดี กุลวัฒนะไพศาล
รองประธานกรรมการ

นางวัชรี ทองทิพย์
กรรมการ

นางสาวยลรวิวรรณ 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

นางสาวกฤษฎี ปริวัตรกุล
กรรมการและเลขานุการ

นางสาวศลิษา หวานวาจา
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นางสุฌานี ศรีดี
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นางนฤมล อินถา
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นางสาวธัญญ์นัฐดา กุนอก
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

"มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เป็นสถาบันที่มีปณิธานมุ่งมั่นในการสั่งสมเสาะแสวงหา
และพัฒนาความรู้ให้เกิดความเจริญงอกงามทางภูมิปัญญา
ที่เพียบพร้อมด้วยวิชาการ จริยธรรม และคุณธรรม
ตลอดจนเป็นผู้ชี้นำทิศทาง สืบทอดเจตนารมณ์ที่ดีของสังคม
เพื่อความคงอยู่ ความเจริญ
และความเป็นอารยะของชาติ"

จัดโดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร่วมกับ

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ISBN 978-616-278-511-5

ฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการดำเนินการจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 57
ฝ่ายบริการการศึกษา สำนักทะเบียนและประมวลผล ชั้น 7 อาคารระพีสาคริก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

โทร. โทรสาร 02 118 0143 และ 02 118 0145 E-mail : annualconference@ku.ac.th
http://annualconference.ku.ac.th

เอกสารวิชาการฝ่ายบริการการศึกษา สำนักทะเบียนและประมวลผล มก. 3/2562